



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para reducir los costos de mantenimiento de la Empresa Aldodiego & Co. S.R.L., 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

Autor:

Vargas Yovera, Yitshak Abdel

Asesores

Mg. Segundo Ulloa Bocanegra

Mg. Martín Sifuentes Inostroza

Línea de investigación

Gestión Empresarial y Productiva

TRUJILLO-PERÚ

2018

PÁGINA DE JURADO

El jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) **Yitshak Abdel Vargas Yovera**, cuyo título es: **“Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para reducir los costos de mantenimiento de la Empresa Aldodiego & Co. S.R.L., 2018”**

Trujillo, julio del 2018

PRESIDENTE

Dr. Andrés Alberto Ruíz Gómez

SECRETARIO

Mg. Segundo Gerardo Ulloa
Bocanegra

VOCAL

Mg. Teófilo Martín Sifuentes Inostroza

DEDICATORIA

A DIOS:

Por haberme iluminado, haberme dado salud y sabiduría para lograr mis objetivos, agradecido por su infinito amor y bendiciones.

A MIS PADRES:

Mi profundo amor y agradecimiento, por su apoyo incondicional, moral, la inculcación de valores, a los cuales dedico el fruto de mi labor.

A MIS HERMANOS:

Quienes me han motivado a seguir adelante, día tras día para poder conseguir mis objetivos.

A MI AMIGOS:

Quien me brindaron amistad, soporte y orientación en toda la experiencia universitaria.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad César Vallejo por formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniero industrial y de manera muy especial a mis asesores, los ingenieros Segundo Ulloa Bocanegra y Martín Sifuentes Inostroza. Por otro lado también demuestro mi particular deferencia con la empresa Aldodiego & Co. S.R.L. quién me brindó la oportunidad de desarrollar mi investigación y dentro de ella especialmente a Aldo Camacho y Diego Camacho, quienes me permitieron laborar en su empresa y poder tomarla como objeto de estudio.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Yitshak Abdel Vargas Yovera con DNI N° 71510438, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 2018

VARGAS YOVERA Yitshak Abdel

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la tesis titulada “Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para reducir los costos de mantenimiento de la empresa Aldodiego & CO. S.R.L., 2018”, la cual contempla siete capítulos:

Capítulo I: Introducción, donde se describen la bases, teorías y empíricas que ayuden a dar solución a la problemática planteada, indicándola justificación del estudio, su problema, hipótesis y objetivos que se persiguen.

Capítulo II: Método, hace referencia al método, diseño, variables, población y muestra, así como las técnicas e instrumentos empleados y los métodos de tratamiento de datos.

Capítulo III: Contempla el resultado de los objetivos, para lo cual se realizó un análisis situacional de la empresa en estudio, análisis de criticidad, implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo, análisis de modo y efectos de fallos y por último se compararon los costos con el VAN y el TIR.

Capítulo IV al V: Contempla secuencialmente las discusiones, conclusiones de cada objetivo, donde se llegó a concluir que la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento, reduce los costos de mantenimiento en un 26.68%.

Capítulo VI: Las recomendaciones pertinentes acorde al estudio; y

Capítulo VII: Presenta el resumen de las fuentes bibliográficas usadas en base a la norma ISO 690.

Esta investigación ha sido elaborada en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial. Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

El Autor

INDICE

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	18
1.2. TRABAJOS PREVIOS.....	20
1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA.....	22
1.4. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	32
1.5. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO.....	33
1.6. HIPOTESIS:.....	33
1.7. OBJETIVOS:.....	33
1.7.1. OBJETIVO GENERAL:	33
1.7.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:.....	33
II. MARCO METODOLÓGICO	35
2.1. TIPO DE ESTUDIO	36
2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	36
2.3. VARIABLES.....	36
2.3.1. IDENTIFICACION DE VARIABLES	36
2.3.2. Operacionalización de variables	37
2.4. POBLACION Y MUESTRA.....	38
2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	38
2.6. METODO DE ANALISIS DE DATOS	39
2.7. ASPECTOS ÉTICOS	39
III. RESULTADOS.....	40
3.1. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA ALDODIEGO & CO.....	41
3.1.1. Situación actual de mantenimiento a la empresa Aldodiego & Co.	41
4.1. ANÁLISIS DE CRITICIDAD	44
4.2. ANALISIS DE CRITICIDAD CON IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	50
5.1. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	53

5.1.1.	Procedimiento para la realización del mantenimiento.....	53
5.1.2.	Diagrama de flujo para realizar el mantenimiento preventivo	53
5.1.3.	Indicadores del mantenimiento.....	58
5.1.3.1.	Tiempo de inactividad total.....	58
5.1.3.2.	Tiempo Medio hasta la Falla (MTTF)	61
5.1.3.3.	Calculo Confiabilidad.....	63
5.1.3.4.	Calculo Mantenibilidad	64
5.1.3.5.	Calculo Disponibilidad	65
5.1.3.6.	Cuadro Completo de Indicadores	66
5.2.	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CON IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN	67
5.2.1.	Indicadores de mantenimiento.....	67
5.2.1.1.	Tiempo de inactividad total.....	67
5.2.1.2.	Tiempo Medio hasta la Falla (MTTF).....	69
5.2.1.3.	Calculo Confiabilidad.....	71
5.2.1.4.	Calculo Mantenibilidad	72
5.2.1.5.	Calculo Disponibilidad	73
5.2.1.6.	Cuadro Completo de Indicadores	74
6.1.	ANÁLISIS MODOS DE FALLO Y EFECTOS POTENCIALES (AMEF)	75
6.1.1.	AMEF Waflera	75
6.1.2.	AMEF Kitchen.....	76
6.1.3.	AMEF Congeladora	77
6.1.4.	AMEF Procesadora de Helado	78
6.1.5.	AMEF Horno Pastelero.....	79
6.1.6.	AMEF Pasteurizador	80
6.2.	ANÁLISIS MODOS DE FALLO Y EFECTOS POTENCIALES (AMEF) CON IMPLMETACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN	81
6.2.1.	AMEF WAFLERA	81

6.2.2. AMEF Kitchen.....	82
6.2.3. AMEF Congeladora	83
6.2.4. AMEF Procesadora de Helado	84
6.2.5. AMEF Horno Pastelero.....	85
6.2.6. AMEF Pasteurizador	86
7.1. DETERMINACIÓN DEL COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	87
8.1. PRUEBA DE HIPOTESIS	89
8.1.1. Prueba de Normalidad.....	89
IV. DISCUSIONES	93
V. CONCLUSIONES	97
VI. RECOMENDACIONES.....	99
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
V. ANEXOS.....	106
ANEXO 1: Cuestionario de evaluación directivos	123
ANEXO 2: Cuestionario de evaluación trabajadores	135
ANEXO 3: Análisis de criticidad.....	145
ANEXO 4: Etapas de la Gestión de Mantenimiento	146

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables.....	37
Tabla 2: Frecuencia de fallas	44
Tabla 3: Impacto Operacional	44
Tabla 4: Flexibilidad Operacional	45
Tabla 5: Costo de mantenimiento.....	45
Tabla 6: Impacto en seguridad y medio ambiente	45
Tabla 7: Frecuencia de fallas por maquina.....	46
Tabla 8: Antecedentes de costos de mantenimiento 2017	46
Tabla 9: Impacto Operacional por maquina	47
Tabla 10: Flexibilidad Operacional por maquina	47
Tabla 11: Costos de Mantenimiento por maquina	48
Tabla 12: Seguridad y Medio Ambiente por maquina.....	48
Tabla 13: Determinación de criticidad de equipos	49
Tabla 14: Antecedentes de costos de mantenimiento 2018	50
Tabla 15: Frecuencia de fallas	50
Tabla 16: Flexibilidad operacional	51
Tabla 17: Impacto operacional	51
Tabla 18: Seguridad y Medio Ambiente.....	52
Tabla 19: Costos de Mantenimiento	52
Tabla 20: Determinación de criticidad de equipos	52
Tabla 21: Programa de mantenimiento anual.....	55
Tabla 22: Formato de mantenimiento.....	56
Tabla 23: Formato de mantenimiento.....	57
Tabla 24: Inactividad Waflera	58
Tabla 25: Inactividad Kitchen Domestica.....	58
Tabla 26: Inactividad Congeladora	59
Tabla 27: Inactividad Procesadora de Helado	59
Tabla 28: Inactividad Horno Pastelero.....	60
Tabla 29: Inactividad Pasteurizador	60
Tabla 30: MTTF Waflera.....	61
Tabla 31: MTTF Kitchen Domestica	61
Tabla 32: MTTF Congeladora	61

Tabla 33: MTTF Procesadora de Helado	62
Tabla 34: MTTF Horno Pastelero	62
Tabla 35: MTTF Pasteurizador	62
Tabla 36: Confiabilidad	63
Tabla 37: Mantenibilidad	64
Tabla 38: Disponibilidad	65
Tabla 39: Resumen Indicadores	66
Tabla 40: Inactividad Waflera	67
Tabla 41: Inactividad Kitchen Domestica	67
Tabla 42: Inactividad Congeladora	68
Tabla 43: Inactividad Procesadora de Helado	68
Tabla 44: Inactividad Horno Pastelero	68
Tabla 45: Inactividad Pasteurizador	69
Tabla 46: MTTF Waflera	69
Tabla 47: MTTF Kitchen Domestica	69
Tabla 48: MTTF Congeladora	70
Tabla 49: MTTF Procesadora de Helado	70
Tabla 50: MTTF Horno Pastelero	70
Tabla 51: MTTF Pasteurizador	70
Tabla 52: Confiabilidad	71
Tabla 53: Mantenibilidad	72
Tabla 54: Disponibilidad	73
Tabla 55: Resumen Indicadores	74
Tabla 56: AMEF Waflera	75
Tabla 57: AMEF Kitchen	76
Tabla 58: AMEF Congeladora	77
Tabla 59: AMEF Procesadora de Helado	78
Tabla 60: AMEF Horno Pastelero	79
Tabla 61: AMEF Pasteurizador	80
Tabla 62: AMEF Waflera	81
Tabla 63: AMEF Kitchen	82
Tabla 64: AMEF Congeladora	83
Tabla 65: AMEF Procesadora de Helado	84
Tabla 66: AMEF Horno Pastelero	85

Tabla 67: AMEF Pasteurizador.....	86
Tabla 68: Costo operativo y de inversión de propuesta.....	87
Tabla 69: Evaluación financiera de indicadores VAN y TIR, Aldodiego & Co.....	88
Tabla 70: Prueba de normalidad de los costos de mantenimiento, Aldodiego & Co.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 71-A: Estadísticas Descriptiva de los costos de Mantenimiento.....	91
Tabla 72-B: Resultados de la Prueba de Hipótesis de los costos de mantenimiento	91
Tabla 73: Evaluación AMEF	109
Tabla 74: Severidad AMEF	110
Tabla 75: Ocurrencia AMEF	110
Tabla 76: Detectabilidad AMEF	111
Tabla 77: Procedimiento de preferencias para labores de mantenimiento.....	147

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: En caso de mantenimiento correctivo se cuenta con los repuestos necesarios para disminuir pérdidas al mínimo	41
Figura 2: Recibe capacitaciones relacionadas a mantenimiento de máquinas	42
Figura 3: Recibe y leyó el manual de instrucciones de las máquinas existentes en Aldodiego	43
Figura 4: Tiene conocimiento de cómo actuar en caso de falla fortuita	43
Figura 5: Análisis de criticidad	49
Figura 6: Análisis de criticidad	53
Figura 7: Flujo de actividades para el mantenimiento preventivo	54
Figura 8: Matriz de Criticidad.....	108
Figura 9: Análisis de Criticidad	108
Figura 10: Almacén de insumos	113
Figura 11 Congeladora.....	113
Figura 12: Kitchen Industrial.....	114
Figura 13: Área de producción.	114
Figura 14: Área de producción.....	115
Figura 15: Bolts Kitchen.	115
Figura 16: Maquinas Wafleras.....	116
Figura 17: Área de producción.	116
Figura 18: Abatidor de frio.	117
Figura 19: Catarata de agua	118
Figura 20: Procesadora de helado.	119
Figura 21: Horno Pastelero.	120
Figura 22: Pasteurizador.	121
Figura 23: Pueden visitar sus instalaciones y llevarse una excelente impresión de sus instalaciones, estado de las máquinas y equipos	125
Figura 24: El personal del área es veloz, eficiente en la resolución de fallasy evitan que se vuelvan a generar	125
Figura 25: Existe buena comunicación entre los colaboradores, lo cual permite analizar y resolver el inicio de las causas suscitadas para así eludir la recurrencia	126

Figura 26: En caso de mantenimiento correctivo, se cuenta con los repuestos necesarios para disminuir pérdidas al mínimo	127
Figura 27: Al terminar un servicio de mantenimiento, los encargados dejan su área ordenada y equipos en operación	128
Figura 28: Los técnicos del área de mantenimiento, tienen buen trato con los demás	128
Figura 29: Los empleados de la empresa, tienen libre acceso a los registros y documentos del área de mantenimiento	129
Figura 30: Se tiene algún Software de mantenimiento que permita ver en tiempo real las actividades realizadas a diario.....	130
Figura 31: El 80% del tiempo, el personal ejerce mantenimiento preventivo, mientras que el 20% aplica solo fallos emergentes	131
Figura 32: Los mantenimiento hechos, se encuentran documentados, para así tener un registro de fallas e información actual y relevante.....	132
Figura 33: Los encargados de área al ejecutar un oficio, están capacitados y tienen los instrumentos adecuados.....	133
Figura 34: Ha trabajado en organizaciones con presencia de máquinas	137
Figura 35: Tiene conocimientos de mantenimiento	137
Figura 36: Recibe capacitaciones relacionadas a mantenimiento de máquinas	138
Figura 37: Cuantas capacitaciones recibe al año	139
Figura 38: Cuantos idiomas maneja	139
Figura 39: Tiene conocimientos en temas de seguridad básica	140
Figura 40: Cuenta con la capacidad de brindar primeros auxilios.	141
Figura 41: Recibe una inducción del uso de las máquinas existentes en Aldodiego	142
Figura 42: Recibe y leyó el manual de instrucciones de las máquinas existentes en Aldodiego	142
Figura 43: Tiene algún conocimiento de cómo actuar en caso de falla fortuita ..	143
Figura 44: Etapas de la gestión del mantenimiento.....	147

RESUMEN

La presente investigación titulada Implementación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo Para Reducir los Costos de Mantenimiento De La Empresa Aldodiego & Co. S.R.L., 2018, enmarcado en las teorías de mantenimiento preventivo en función de costos, optimización, implementación de un plan de mantenimiento basado en indicadores y criticidad además de mejoras del área; para lo cual empleó el método deductivo, con una investigación de tipo experimental, aplicándolo a una población o muestra de 32 máquinas. Para lo cual empleó técnica de encuesta para evaluar la situación actual de mantenimiento de la empresa, para poder evaluar las máquinas críticas en el proceso se aplicó un análisis de criticidad, así también para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo se utilizó la teoría de etapas de sistemas de gestión de mantenimiento, de la misma forma un AMEF (análisis de métodos y efectos de fallas potenciales) permitió identificar las averías posibles y por último para determinar el efecto de los costos se empleó el análisis VAN y TIR. Obteniendo como principales resultados la reducción de criticidad, se pudo reducir a 2 máquinas semi críticas. De igual manera se incrementaron los indicadores de mantenimiento, teniendo como resultados confiabilidad en 82.3%, disponibilidad en 99.43% y la mantenibilidad en 76.44%. En cuanto al AMEF, se pudo reducir los modos de falla en un 18%. La propuesta fue evaluada con indicadores financieros, teniendo como resultado un TIR de 54% y un VAN DE s/. 964291.97. Así mismo corroborando la hipótesis planteada con la prueba estadística T-student al dar un valor de p de significancia de -0.832, el cual está asociado a un nivel de significancia del 79.5%, el cual nos indica que se acepta nuestra hipótesis nula; es decir, que los costos de mantenimiento de la empresa ALDODIEGO & CO. S.R.L., 2018 disminuye después la aplicación del Sistema de Gestión de mantenimiento Preventivo.

Palabras clave: implementación, mantenimiento, preventivo, costos

ABSTRACT

The following research entitled Implementation of a Management System of Preventive Maintenance to Reduce the Costs of Maintenance of the Company Aldodiego & Co. SRL, 2018, framed in the theories of preventive maintenance according to costs, optimization, implementation of a maintenance plan based on indicators and criticality as well as area improvements; for which we used the deductive method, with an experimental type of research, applying it to a population or sample of 32 machines. For this purpose, a survey technique was used to evaluate the current maintenance situation of the company. In order to evaluate the critical machines in the process, a criticality analysis was applied, and also for the preparation of the preventive maintenance plan, the stage theory of maintenance management systems was used. In the same way an AMEF (analysis of methods and effects of potential failures) allowed to identify the possible faults and finally, to determine the effect of costs was used the analysis VAN and TIR. Obtaining as main results the reduction of criticality, could be reduced to 2 semi-critical machines. Likewise, the maintenance indicators were increased, with reliability results in 82.3%, availability in 99.43% and maintainability in 76.44%. As for the AMEF, it was possible to reduce the failure modes by 18%. The proposal was evaluated with financial indicators, resulting in an IRR of 54% and a NPV of S /. 964291.97. Also corroborating the hypothesis raised with the statistical test T-student to give a value of p of significance of -0.832, which is associated with a level of significance of 79.5%, which tells us that we accept our null hypothesis; that is, that the maintenance costs of the company ALDODIEGO & CO. S.R.L., 2018 decreases after the application of the Preventive Maintenance Management System

Keywords: implementation, maintenance, preventive, costs

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la actualidad, la gestión de mantenimiento constituye un progreso de gran relevancia en las industrias, ya que, a partir de ello se incrementa la vigencia de las máquinas reduciendo así las paradas por defectos, lo cual contribuye al aumento de la producción y reducción de costos de las paradas no estipuladas (Marcano, 2012). Sin embargo, el progreso y desenvolvimiento de una empresa generalmente, no suele estar vinculado a las tareas de soporte como el mantenimiento, ya que, desde sus orígenes, ha sido como algo no necesario ni mucho menos indispensable. Por lo que, muchas empresas, solo consideran los costos directos de mantenimiento, no obstante, no toman en cuenta los costos indirectos que se ven involucrados en los resultados en base a un mal sistema de mantenimiento (Ricaldi, 2013).

Ante ello, en la realidad peruana, son exiguas las empresas que manejan un sistema de gestión de mantenimiento que contribuya a la optimización de recursos. A ello se suma, de que existen muchos empresarios a nivel nacional y local que no consideran el análisis de costo-beneficio, que involucre ejecutar mantenimiento por temporadas constantes, con la finalidad de aumentar los ingresos y utilidades de cualquier rubro, por lo que se debe de tener en cuenta los efectos de los daños obtenidos por no ejecutar la prevención de mantenimiento ni haber invertido en dicho sistema. Se recalca además, que el costo de mantenimiento es ínfimo frente al costo de algún daño y los efectos de este en el producto y por ende en la opinión del cliente, causando una disminución de ventas (Diario Sol del Cusco, Julio-2017).

Siendo así, la gestión de mantenimiento se ha convertido en un área muy importante en la industria; por ello para poner en práctica dicha gestión, el proyecto estará en entorno a la industria heladera, específicamente del tipo artesanal.

Al respecto, en los últimos años, la industria heladera ha variado progresivamente, siendo la tecnología la responsable de mejorar la fabricación de los productos a un menor costo, satisfaciendo así, la demanda y las necesidades del cliente. De igual manera, la frescura del helado artesanal se diferencia del helado industrial, ya que este último es fabricado con insumos no naturales (Urbano y Mideros, 2013). Asimismo, el mantenimiento dentro de las empresas de helado industrial, están estrechamente ligadas con la manufactura y condición del producto, por ello, en los últimos años, los equipos encargados en la producción de los helados a escala industrial se han vuelto más complejo, por lo que se ha tomado en muchas de las empresas la medida de tomar una gestión de mantenimiento para su mejora de las maquinarias; esta mejora se da de forma continua.

Ante este rubro, en la realidad local, existe la empresa Aldodiego & Co. S.R.L., ubicada en Urb. Natasha Alta LOTE. 1 MZ. C La Libertad / Trujillo / Trujillo, dedicada a la producción y venta de helados artesanales, con 03 años de servicios, cuenta con 25 trabajadores; en esta empresa, no se ejecuta un sistema de gestión de mantenimiento preventivo lo cual ha generado a la empresa elevados costos de mantenimiento correctivo, ya que esperan que ocurran las averías para dar solución y no prevenirlas, por otro lado también han tenido baja productividad, salida de productos sin la calidad esperada, bajo nivel de eficiencia por fallas inesperadas, así también se ha alterado el dinero presupuestado por la adquisición de nueva maquinaria, ya que las máquinas que presentaron fallos, no se podía darle solución con mantenimiento correctivo, que es el que la empresa aplica a sus máquinas y equipos; todo esto originando baja rentabilidad a la empresa.

Por tal motivo, en el presente proyecto, el sistema de gestión de mantenimiento a proponer tiene como finalidad minimizar los tiempos de mantenimiento desde la prevención. Siendo así, los defectos de las máquinas y/o equipos no deben de existir, ya que deben ser

reparados antes de que ocurran. Asimismo, este proyecto, dispone el desenvolvimiento de tareas que no son propias del mantenimiento; por lo que daría cabida a un sistema integral de gestión de mantenimiento, sumándose, una gestión de abastecimiento de insumos y repuestos, los cuales se emplearán en los tiempos estipulados, con la ayuda de herramientas propuestas que mejoraran la gestión en prevención, corrección y abastecimiento.

Finalmente, ante lo mencionado sobre la problemática de la empresa Aldodiego & Co. S.R.L., se pretende implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo, con lo cual podrá prevenir fallas inesperadas, aumentar su productividad, reducir sus costos de mantenimiento y aumentar su rentabilidad económica.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

Para complemento del presente trabajo de investigación, se hallaron los siguientes antecedentes:

Escobedo (2007), en el Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, México, desarrolló un estudio titulado “**Diseño de un Programa de Mantenimiento para un Horno Tipo Columpio para Panificación**”. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Mecánico. Estudio de tipo aplicado. Aplicando la ruta crítica y la información de costos, para posteriormente aplicando el Software Proyect, se logró disminuir el costo de mantenimiento de \$45,000.00 a \$39,000.00, lo cual representa un ahorro de 13.335%.

Da Costa (2010), en la Pontificia Universidad Católica del Perú tesis realizada en Lima, “**Aplicación del Mantenimiento centrado en la Confiabilidad a Motores a Gas de dos tiempos en pozos e alta producción**”. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Mecánico. Hizo uso de la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC o RCM), así mismo del Análisis de Modo Efectos de Fallas (AMEF), teniendo como resultado relevante de acuerdo al

AMEF y la clasificación obtenida a través del NPR (Número de Prioridad de Riesgo), de los 124 modos de falla analizados, se obtuvo lo siguiente: 26 fallas inaceptables (21.0%), 43 fallas de reducción deseable (34.7%) y 55 fallas aceptables (44.3%).

Zavala (2015), en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, realizó una investigación titulada **“Propuesta De Un Sistema De Gestión De Mantenimiento Preventivo Basado En Los Indicadores de Overall Equipment Efficiency Para La Reducción De Los Costos De Mantenimiento En La Empresa Hilados Richard’s S.A.C.”**. Fue un estudio de tipo experimental y se empleó un software para la recolección de resultados. Entre los resultados relevantes se hallan, un ahorro del 58%, ya que el programa actual tiene un costo de S/.177365.16 y la propuesta tiene un costo de S/.74344.63, siendo así, con el sistema propuesto evitaría los costos y pérdida de tiempo de envío a las factorías.

García (2016) en la Universidad Privada del Norte, Lima, desarrolló una investigación **Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo para Mejorar la Disponibilidad de la Empresa UESFALIA ALIMENTOS S.A.** Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. Se realizó un diagnóstico de la empresa para posteriormente implementar el plan de mantenimiento preventivo. Fue un estudio de tipo aplicativo. Como resultado relevante, al implementar un plan de mantenimiento preventivo, se consiguió aumentar la disponibilidad de los equipos, inicialmente se tenía un 97.14% de disponibilidad de equipo en el mes de enero al mes de octubre se tiene un 99.36% de disponibilidad, se mejoraron la confiabilidad operacional de los equipos de planta de producción, esto se consiguió con la reducción de números de intervenciones de fallas de los equipos y aumentó de las horas operacionales de los equipos, tal es así que en enero los equipos se intervenían cada 54.62 horas,

con el cumplimiento de las actividades de plan de mantenimiento preventivo se amplió en octubre hasta un 61.22 horas.

Gálvez y Silva (2015), tesis realizada en Trujillo, **Propuesta de Mejora en las Áreas de Producción y Logística para Reducir los Costos en la Empresa Molino el Cortijo S.A.C.**, siendo una investigación aplicada, utilizando herramientas mantenimiento preventivo. Implementaron técnicas de mantenimiento preventivo, con lo cual las máquinas que un inicio funcionaba en un 84% lograron aumentar su funcionamiento en 100% de igual forma reduciendo paradas pro-fallas a 0. Para conocer la realidad de la empresa y conseguir la data necesaria para su plan de mantenimiento empleó como técnica la encuesta.

1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

El **mantenimiento industrial**, siempre está relacionada con la producción industrial, por ello, esta variable es indispensable para obtener la eficiencia en el mundo industrial. Por lo tanto, no importa si en otras áreas se esté bien, pero si no existe mantenimiento la producción bajará, por tal razón, las otras áreas se dañaran poco a poco también, debido a la pérdida de dinero (Francisco T. y otros, 2007).

Asimismo, todas las actividades realizadas a partir del mantenimiento están arraigadas a hacer organizadas y tener una secuencia coherente y lógica, asegurando así la seguridad de las máquinas, equipos, herramientas y demás activos físicos de la empresa (Oliveiro, 2012).

En cuanto a los objetivos del mantenimiento, están relacionados en detalle a su respectiva área. Entre ellos están: La Máxima producción: incrementar la productividad, seguridad y confiabilidad de los activos físicos, y solucionar problemas de forma inmediata ante cualquier avería. El Mínimo costo: la cual está involucrada con el aumento de la

vida útil de los activos físicos, asimismo, encontrarse al margen de los costos de forma anual. La Calidad requerida: esto se entiende que no solo debe solucionar la avería, sino que no debe ver errores en el arreglo ni distorsiones, lo cual afecta la calidad. La Conservación de la energía: tiene que ver con el rendimiento de los activos físicos, eliminando así las paradas de las maquinarias y/o equipos. La Conservación del medio ambiente: está relacionada a la higiene (evitar fugas contaminantes) y seguridad (evitar accidentes). La Implicación personal: cuando se ven involucrados todos los trabajadores de la empresa, para que contribuyan al plan de mantenimiento.

Por otra parte, existen tipos de mantenimiento, las cuales tienen características propias relacionadas según el área a trabajar, desarrollándose de forma eficiente en un sistema organizado (DOUNCE, 2009):

El **Mantenimiento correctivo**, es cuando no existe un control de mantenimiento en los equipos, y la empresa recién espera en reparar alguna maquina o equipo, cuando ésta se avería, luego de ello, no se realizará una revisión periódica, sino que se dejará hasta que vuelva a tener otro daño. Por lo cual, en este tipo se denota falta de conocimiento sobre el sistema de gestión de mantenimiento preventivo. Por lo tanto, no es adecuado este tipo, ya que produce muchas paradas en las máquinas y/o equipos, asimismo, posee costos elevados. Característica: no es un tipo organizado (ya que ocurre cuando hay averías) e influye de forma inadecuada en los costos de producción. Por ello, se llama mantenimiento accidental. Ventaja: generalmente ocurre después de sacar provecho muchos años de la vida útil del activo físico. No se emplea el análisis ya que ocurre de forma inmediata. Desventajas: como los daños ocurren de forma imprevista, entonces ello implica un alto costo en pagar la reparación, asimismo, se producen paradas lo cual no favorece en nada al tiempo y a la eficiencia para la productividad. Aplicaciones:

solo se da cuando el costo de las paradas sea menor al costo del mantenimiento preventivo. Por ello, este modelo es aplicado con mayor frecuencia en las industrias, teniendo como finalidad disminuir el mínimo de intervenciones de las maquinarias y/o equipos (RAOUF, 2010).

El **Mantenimiento preventivo**, es la planificación cíclica del uso de las maquinarias, con la finalidad de evitar emergencias e incrementar el tiempo de operación de estas, evitando las paradas. Característica: corrige el origen de las fallas y no se ve involucrada con las consecuencias de ella, es decir se anticipa. Disminuyendo así, los imprevistos y daños, beneficiando así, no solo a la empresa sino también contribuyendo a la tranquilidad del personal encargado. Todo ello, debe ser registrado mediante una documentación técnica y una planificación de la producción. Ventaja: disminución de las paradas, adecuado cuando se conoce la relación entre las fallas y la vida útil. Desventaja: incremento de los gastos y no se asume tal cual la vida útil de los activos físicos. Aplicación: para aquellos equipos mecánicos, cuya vida útil es conocida (RAOUF, 2010)

El **Mantenimiento predictivo**, está relacionada, al estudio del funcionamiento de las maquinarias y/o equipos con la finalidad de adelantarse ante algún daño o falla, empleando la planificación de intervenciones. Característica: no se altera el funcionamiento de la empresa y/o industria, mientras se aplica el mantenimiento, asimismo, la inspección es de forma periódica, dependiendo de lo que se desea invertir. Ventajas: contribuye a disminuir el tiempo, en el fallo de la maquinaria, además, involucra una gestión altamente competitiva en el personal pertinente; todo ello, apertura a tener un registro mecánico y operacional de las maquinarias y/o equipos. También, las decisiones se vuelven más fáciles ante un momento crítico como las paradas, ya que se compra con anticipación de forma correcta nuevos equipos. Desventajas: elevado costo, debido a la contratación de personal altamente capacitado. Asimismo, puede ocurrir daño en el tiempo

promedio de término del arreglo. Aplicaciones: maquinas intermitentes, motores electrónicos, influencia de la estática en equipos (RAOUF, 2010).

El **Mantenimiento productivo total (TPM)**, es el que evita cualquier pérdida en el proceso productivo contribuyendo así a su efectividad ya que no solo involucra al área donde se desea trabajar directamente sino se ven relacionados todo el personal hasta la alta gerencia. Característica: es considerada una estrategia ordenada que ayuda a la competitividad de la empresa y que detecta y elimina las deficiencias de las operaciones. Objetivos: están referidos, a la fiabilidad de las reparaciones y del uso de las maquinarias, así como, evitar en menor medida que ocurran las averías, con la finalidad de incrementar la capacidad industrial. Y esto por consecuencias, mejora el ambiente del trabajador ya que el entorno se vuelve seguro y productivo. Beneficios: reduce los costos ya que mejora el funcionamiento de las maquinarias. Con respecto a la organización, contribuye al ambiente de trabajo. Con respecto a la seguridad, está relacionada a una forma óptima de la condiciones del medio, previniendo así, posibles accidentes. Con respecto a la productividad, se reduce los costos, aumenta la confiabilidad de las maquinarias, mejora la tecnología; lo cual hace a la empresa más competitiva. Asimismo, entre los indicadores de la gestión de mantenimiento, son los que permite evaluar, las actividades operacionales de las maquinarias, sistemas, equipos y dispositivos. Además, estos indicadores son medibles, con la finalidad que se acerque a la meta que se proponga la empresa (BOERO, 2009).

Tiempo promedio entre falla (MTBF), es el tiempo que la máquina cumple su función, existiendo una relación directa entre el tiempo y la confiabilidad. Siendo su fórmula la siguiente (MORA, 2009):

$$MTBF = \frac{\sum_f^n TBF}{n} = \frac{tpo.de\ operación}{\# de fallas}$$

Tiempo medio de reparación (MTTR), es el tiempo de demora del arreglo de la maquinaria. Su fórmula es la siguiente (MORA, 2009):

$$MTTR = \frac{\sum_0^n TTRi}{n} = \frac{tpo. \text{ muerto de reparación}}{\# \text{ de fallas}}.$$

Tiempo medio hasta la falla (MTTF), es el tiempo entre el funcionamiento hasta la falla de la maquinaria (MORA, 2009).

Por otro lado, entre las disciplinas relacionadas al mantenimiento, se tiene a:

Confiabilidad, está relacionada a la probabilidad de que un sistema se realice adecuadamente, bajo requerimientos objetivos y detallados para que no ocurran fallas en un momento determinado en un tiempo establecido. Está definida bajo la siguiente fórmula:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Donde:

R(t): Confiabilidad de un equipo en un t dado

e: constante Neperiana (e=2.303..)

λ : Tasa de fallas

t: tiempo

Por lo tanto, la confiabilidad es la probabilidad que no se de averías en un espacio y tiempo determinado (Publicación Club de Mantenimiento como Unidad de Capacitación Aprobada)

Mantenibilidad, es la probabilidad de que una máquina es reparada en un tiempo determinado bajo un presupuesto anticipado. A su vez, puede ser expresado en tiempo, costos y frecuencia. Su fórmula es la siguiente:

$$M(t) = 1 - e^{-\mu \cdot t}$$

Donde:

$M(t)$: Probabilidad de que la reparación comience en el tiempo $t=0$.

e : constante Neperiana ($e=2.303..$)

μ : Tasa de reparaciones.

Siendo así; t : tiempo previsto de reparación TMRP.

$$\mu = \frac{\# \text{ de reparaciones indicadas}}{\text{tiempo total de reparaciones de la unidad}}$$

Sabiendo que:

$$MTTR = \frac{1}{\mu}$$

(Publicación Club de Mantenimiento como Unidad de Capacitación Aprobada)

Disponibilidad, es el espacio de tiempo, en el que una maquinaria puede ser empleada. Asimismo, este indicador está vinculado al número de averías. Teniendo así como finalidad la medición de la eficiencia del mantenimiento. Su fórmula es la siguiente:

$$D(t) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Costos de mantenimiento, dentro de la misma línea de estudio, se tiene los costos de mantenimiento, lo cual significa lo pagado por la reparación del activo físico, siendo así, en algunas plantas esto puede ser apreciado como un gasto o como una inversión a largo plazo para la producción. Asimismo, se agrupan en dos niveles: Los que se encuentran relacionados de forma directa con las operaciones de la gestión de mantenimiento y los Costos por pérdidas por motivo de averías de los equipos lo cual afecta a la producción

A su vez, esto se agrupa en cuatro tipos de costos: Los **Costos fijo**, no guardan relación directa con el volumen de producción o de ventas, como por ejemplo la mano de obra directa, seguros, alquileres. Siendo así, con respecto al mantenimiento, está vinculado con los gastos de reparación y mano de obra de forma predictiva, preservando así la vida útil de la maquinaria, es decir, tarde o temprano se vuelve una inversión programada. Los **Costos variables**, van de acuerdo al volumen de la producción, como por ejemplo: energía eléctrica, materiales y mano de obra necesaria para las reparaciones, en caso de mantenimiento correctivo, por lo que no se puede reducir del todo, ya que proviene de la urgencia de arreglar algo, sin saber cuánto se gastará en un primer momento, por lo que se tiene que evitar los daños inesperados en las máquinas y/o equipos. Los **Costos financieros**, están vinculados al valor de lo que está en almacén e incluye las amortizaciones de las maquinarias. En ellos se da desembolsos por las reparaciones. Siendo así, cuando los cambios se da de forma inmediata se ve como una inversión, caso contrario cuando tardan mucho los cambios se ve como un gasto, sin beneficio, a causa de las maquinarias duplicadas, por ello, una posible solución es necesario tener una máquina parecida que realice el saneamiento de una de ellas, mientras la otra está en actividad. Los **Costos de Fallo**, son las pérdidas por efecto del mantenimiento, cuando su volumen supera los gastos base de la empresa ya sean de tipo productiva o de servicio. El **Coste integral**, Es la suma de los costos antes mencionados. Permite tener un análisis global del sistema de mantenimiento que se aplica. Por ello, al realizar dicho análisis, no solo se obtiene lo que gasta sino los beneficios que se puede sacar de esta inversión de mantenimiento.

Por otro lado, el mantenimiento posee otros tipos de costos, entre ellos esta:

Costos directos, están vinculados con el desarrollo de la empresa, y predomina en el tiempo de atención que requieren las máquinas y/o equipos, siendo así, estos costos son estipulados según el número de

inspecciones o revisiones del activo físico. Este tipo de costo a su vez comprende: costos de materiales, trabajo, servicio, equipos. Los **Costos indirectos**, es el que no está relacionado de forma directa con un trabajo específico, lo cual involucra: inspección, almacenamiento, servicio, herramientas, taller de trabajo, administración, etc. Los Costos de tiempos perdidos: no están vinculados con el mantenimiento de forma directa, pero tienen su origen en este tipo. Como por ejemplo, los costos que se producen a partir de las paradas, baja eficiencia, merma, pésima calidad del producto, demoras, pérdidas en ventas, etc. Siendo así, debe tener un registro e inversión en el área de mantenimiento y producción, lo cual servirá en pro a una fuente de utilidades óptimas. Por otro lado, existe un punto en común entre los costos, lo cual es la mano de obra, tiempo, materia prima, herramientas. No obstante, no se tiene en cuenta el costo por retrasar el mantenimiento. Los **Costos generales**, es cuando la empresa realiza estos costos con la finalidad de contribuir a áreas no tan productivas. Para ello, se distingue el costo fijo del costo variable. Asimismo, se recalca que los costos de administración son establecidos por jerarquía de autoridad según las tareas, por lo que en muchos casos no se consideran ya que no son controlables por la empresa, sino que son inspeccionados por fuentes externas.

El **Análisis de criticidad**, es un método de estudio que permite organizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, enfocando el esfuerzo y los recursos hacia áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional. Este análisis permite generar una lista de ponderación que va desde el más al menos crítico, de las máquinas analizadas la diferencia en tres categorías, siendo estas: crítico, semi crítico y no crítico.

Para poder computar la criticidad de una máquina, sistema, se aplica un criterio determinístico que transforme las características cualitativas de ese equipo o máquina (frecuencia de fallas, impacto operacional,

flexibilidad operacional, costo de mantenimiento e impacto en seguridad y medio ambiente) en un valor numérico que permita clasificarlo de forma objetiva en relación a los equipos o maquinas sobrantes dentro del sistema. Se debe tener en cuenta que un estudio de criticidad, se debe aplicar cuando se tenga como necesidad: fijar prioridades en sistema complejos, crear valor, administrar recursos escasos, aplicar metodologías de confiabilidad operacional y determinar impacto en la empresa. Este estudio es muy importante, dado que puede aplicarse en cualquier totalidad de procesos, sistemas, organizaciones y máquinas que requieran ser organizados en función de su impacto en el proceso. Entre sus áreas más comunes para su aplicación tenemos: Mantenimiento, materiales y repuestos, inspección, disponibilidad de instalaciones y EPP (Equipos de Protección Personal) (CASTILLO-SERPA Y OTROS, 2009)

El Análisis de Modos y Efectos de Falla, es una parte integral de la administración de riesgos y de igual forma es un soporte de mejora continua, además es un compromiso a largo plazo el cual permite asegurar que las fallas potenciales evaluadas se les realice las acciones correctivas correspondientes para así disminuir sus riesgos. Como objetivo tiene identificar los modos de falla potenciales para luego evaluar de manera objetiva el indicio de causas, para posteriormente clasificar la estructuración potencial de defectos del producto y proceso, también está enfocado en la precaución y anulación de inconvenientes en el proceso. Existen dos tipos de AMEF; el de **Diseño**, el cual está enfocado a componentes de diseño hacia los modos de falla asociados con la funcionalidad de un componente. El segundo tipo de AMEF es el de **Proceso**, el cual se utiliza para analizar procesos de manufactura y ensamble, asimismo está enfocado a la incapacidad para producir el requerimiento que se pretende. Para poder determinar el proceso a analizar, se debe primero detallar el flujo del proceso, comenzando desde el abastecimiento de la materia prima, su proceso de transformación de

esta hasta la entrega del producto procesado al cliente. Se debe determinar las áreas más perceptibles a posibles fallas. Luego se deben establecer los modos potenciales de fallas para cada área, maquina o equipo. Acto seguido se debe determinar el efecto de la falla, la cual al no prevenirse o corregirse puede afectar al cliente. En consecuencia se debe determinar la causa de la falla, la deficiencia que se genera el modo de falla. Además se deben de describir las condiciones actuales, anotar los controles actuales que estén dirigidos a prevenir a detectar la causa de la falla. Luego de haber determinado los pasos anteriores, se da lugar a determinar el grado de severidad, para evaluar esta etapa se utilizan valores en una escala del 1 al 10, en la cual el valor 1 indica una consecuencia sin efecto, mientras que el valor 10 indica una consecuencia grave. Como penúltimo paso se determina el grado de ocurrencia, el cual es necesario para estimar el grado de probabilidad de causa de una falla potencial, se utiliza escala de evaluación del 1 al 10, en cual el valor 1 indica remota probabilidad de ocurrencia y el valor 10 indica una muy alta probabilidad de ocurrencia. En el último paso se determina el grado de detección, el cual calcula la probabilidad que el modo de falla potencial sea detectado antes de que llegue al cliente o consumidor final, el valor 1 indicara una alta probabilidad de que la falla se pueda detectar, mientras que el valor 10 indicara que es improbable que sea detectada. Posteriormente luego determinar los grados de severidad, se calcula el número de prioridad de riesgo (NPR), este valor establece una jerarquización de los problemas a través de la multiplicación del grado de ocurrencia, severidad y detección, éste provee la prioridad con la que debe de atacarse cada modo de falla, identificando ítems críticos. Luego de ello se debe aplicar acciones recomendadas, las cuales son las responsables de disminuir la ocurrencia de la causa del modo de falla, reducir la severidad del modo de falla e incrementar la probabilidad de detección de posibles fallas. Por último se vuelve a evaluar el AMEF realizadas ya las

acciones correcciones o preventivas, se recalcula el grado de ocurrencia, severidad y el NPR (DOWN, 2008).

El **Valor Actual Neto** (VAN), actualiza a valor presente los flujos de caja futuros de un proyecto, descontados a un cierto tipo de interés “i” o tasa de descuento, para así comparar con el valor inicial de la inversión. Al computar el VAN de un flujo neto (ingresos menos egresos), se consigue un valor inferior al que se tendría por la simple suma de esos valores actuales. Para tomar una decisión en el VAN, se tiene que tener en cuenta las siguientes reglas: Si el VAN es mayor que cero, se debe aceptar, si es igual a cero, se debe ser indiferente y por ultimo si es menor que cero, se debe de rechazar. (COURT Y OTROS, 2009)

La **Tasa Interna de Retorno**, es aquella tasa que hace el VAN igual a cero. La TIR mide la rentabilidad como un porcentaje, que se calcula sobre los saldos no recuperados en cada período. Muestra el porcentaje de rentabilidad promedio por período. La TIR complementa la información proporcionada por el VAN. Independientemente de los resultados de la TIR que se obtenga, éste deberá confrontarse con la tasa de descuento del proyecto. Las reglas del TIR son las siguientes: Si la TIR es mayor que la tasa de descuento, se debe aceptar, si es igual a tasa de descuento se debe ser indiferente y por último si es menor que la tasa de descuento se debe rechazar. (COURT Y OTROS, 2009).

1.4. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿En qué medida la Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo, reduce los costos de mantenimiento de la empresa ALDODIEGO &CO. S.R.L., en el año 2018?

1.5. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

El actual estudio, posee una justificación **práctica** porque gracias al mantenimiento preventivo se podrá tomar acciones necesarias, para prolongar la vida útil de las maquinarias y/o equipos y prevenir interrupciones de las actividades laborales por imprevistos, del mismo modo tiene una justificación **económica**, pues gracias a ella se logrará reducir los costos de mantenimiento de la maquinaria aumentando la productividad como también aumentando la eficiencia de las mismas, existe también una justificación **teórica** pues permite interiorizar y llevar a la práctica las teorías adquiridas del mantenimiento preventivo, por último se justifica **metodológicamente** precede como estudio base para futuros investigadores (SAMPIERI,2012)

1.6. HIPOTESIS:

La Implementación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo reduce los Costos de Mantenimiento de la Empresa ALDODIEGO & CO. S.R.L., 2018.

1.7. OBJETIVOS:

1.7.1. OBJETIVO GENERAL:

Implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para reducir los costos de mantenimiento de la empresa ALDODIEGO & CO. S.R.L., 2018.

1.7.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Evaluar la situación actual de mantenimiento a la empresa ALDODIEGO & CO.
- Identificar las máquinas críticas del proceso.
- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo, utilizando variables e indicadores para la mejora continua.

- Analizar la frecuencia y fallas de las máquinas de acuerdo con resultados del plan e implementar el sistema de gestión de mantenimiento preventivo.
- Determinar el costo de implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo y su impacto en los costos de producción.

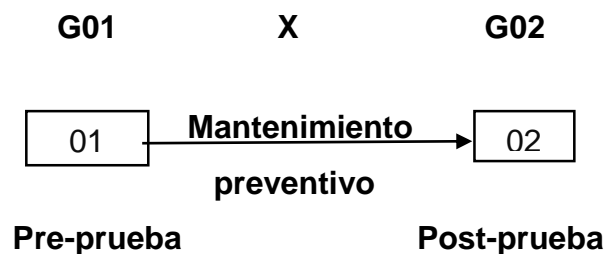
II. MARCO METODOLÓGICO

2.1. TIPO DE ESTUDIO

Aplicada y experimental: dado que emplea los conocimientos teóricos del mantenimiento preventivo para dar solución a la realidad problemática de la empresa en estudio.

2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de diseño es pre-experimental, puesto que manipula los costos de mantenimiento, a través de la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo y así poder medir su impacto, mediante una Pre- y Post-prueba.



Donde:

G: Grupo o muestra

O1, O2: Costos de mantenimiento

x: Mantenimiento preventivo.

2.3. VARIABLES

2.3.1. IDENTIFICACION DE VARIABLES

Sistema de gestión de mantenimiento (Independiente); Cuantitativa: se alinea y sigue los requerimientos de la guía de mantenimiento de la empresa. (Francisco T. y otros, 2007). Dicha variable será medida a través de los indicadores: MTBF, MTTR, MTTF.

Costos de Mantenimiento (Dependiente); Cuantitativa: es lo que se paga por reparar el daño de alguna maquinaria y/o equipo. La variable será medida a través de los costos: directos, indirectos, tiempo perdidos, y generales.

2.3.2. Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Sistema de Gestión de Mantenimiento o Preventivo	Son las actividades preventivas, para evitar los daños de las maquinarias y/o equipos y cualquier otro activo físico. (García, 2012)	Evalúa el comportamiento o operacional de los equipos, permitiendo incorporar un programa de mantenimiento a largo plazo.	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo promedio entre falla. $MTBF = \frac{\sum_f TBF}{n} = \frac{tpo.de\ operación}{\# de fallas}$ Tiempo medio de reparación. $MTTR = \frac{\sum_0 TTR_i}{n} = \frac{tpo. muerto de reparación}{\# de fallas}$ Tiempo medio hasta la falla. 	Razón
		Son las herramientas que contribuyen a un mejor desenvolvimiento del mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> Confiabilidad $R(t) = e^{-\lambda t}$ Mantenibilidad $M(t) = 1 - e^{-\mu t}$ Disponibilidad $D(t) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$ 	Razón
Costos de mantenimiento o	Es un pago más por las reparaciones que se realiza para obtener un producto adecuado. (Silva, 2009)	Es el pago por una avería específica en un tiempo y espacio determinado.	<ul style="list-style-type: none"> Costo directos Costos indirectos $CI = CF + GO$ Costos de tiempos perdidos Costos generales. 	Razón

Elaboración propia

2.4. POBLACION Y MUESTRA

El área de producción de ALDODIEGO & CO, proporciona datos que indican la cantidad de máquinas. La **población** en estudio será las 32 máquinas que se usan para la producción (7 congeladoras, 3 hornos pasteleros, 1 horno microondas, 2 kitchen industriales, 3 kitchen domésticas, 1 abatidor de frio, 3 procesadoras de helado, 1 pasteurizador, 1 catarata de agua, 2 refrigeradoras, 1 mesa refrigerante, 1 turbo chef, 6 walferas). La **muestra** será las máquinas críticas del proceso, el cual se determinará por el análisis de criticidad. Como **unidad de análisis** se tendrá cada una de las maquinas críticas.

2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Para el desarrollo de los objetivos específicos, se procederá a emplear las siguientes técnicas e instrumentos:

Para determinar la situación actual de mantenimiento en la empresa se empleará como técnica una encuesta la cual se empleará como instrumento un cuestionario. La encuesta se les aplicara a los trabajadores (ver anexo de instrumentos, cuestionario N° 2) y directivos del área de mantenimiento (ver anexo de instrumentos, cuestionario N° 1), para saber cuan informados están del estado de la maquinaria, si están capacitados, evaluar la situación del mantenimiento en la empresa, si cuenta con las herramientas, personal calificado para poder realizar un mantenimiento óptimo.

La identificación de las máquinas críticas del proceso se logrará mediante la aplicación de un análisis de criticidad (ver anexo de instrumentos N° 3), el cual permitirá clasificar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su colisión global, con el fin de tomar decisiones adecuadas.

Mientras que para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo se utilizará la teoría de etapas de sistemas de gestión de mantenimiento (ver anexo de instrumentos N° 4).

El análisis de frecuencia y fallas de las máquinas, se realizará través de un AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Fallas potenciales), el cual permitirá identificar las averías posibles (ver anexo de tablas, N° 70, 71, 72, 73).

Finalmente, para determinar el efecto de costos se empleará el análisis VAN y TIR.

2.6. METODO DE ANALISIS DE DATOS

Análisis descriptivos, para el análisis de reconocimiento de proceso de mantenimiento y sus causas raíces, se tabularán los datos en tablas de frecuencia para así determinar porcentaje de participación, para plasmarlos en gráficos de barras; de la misma manera se empleará tablas de contingencia para organizar los datos recolectados de la investigación. Así mismo se representarán gráficos de tendencia, series de tiempo y niveles de fallo.

Análisis ligados a las hipótesis, a nivel diferencial se demostrará la normalidad de diferencia de los datos obtenidos del antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa Aldodiego & Co. Con la prueba estadística de Shapiro Wilk, si los datos presentan un comportamiento normal se utilizará la T de Student, de lo contrario se empleará la estadística de Wilcoxon.

2.7. ASPECTOS ÉTICOS

Se tomará en cuenta, confidencialidad de los participantes de la encuesta. Asimismo, tanto los resultados como el reencuentro teórico poseen una connotación veraz y confiable.

III. RESULTADOS

3.1. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA ALDODIEGO & CO.

3.1.1. Situación actual de mantenimiento a la empresa Aldodiego & Co.

Para poder saber la situación actual de mantenimiento en la que se encuentra la empresa Aldodiego & Co., se aplicó como técnica una encuesta y se empleó como instrumento un cuestionario, con el cual se obtuvo resultados del personal si se encuentra capacitado, si cuenta con las herramientas necesarias para realizar el mantenimiento a su maquinaria y de igual manera si el personal está calificado para realizar un mantenimiento óptimo a los equipos y máquinas de la empresa.

Algunos de los resultados que se obtuvieron de acuerdo a los cuestionarios hechos a directivos y a todo el personal que labora en la empresa son los que se muestran a continuación:

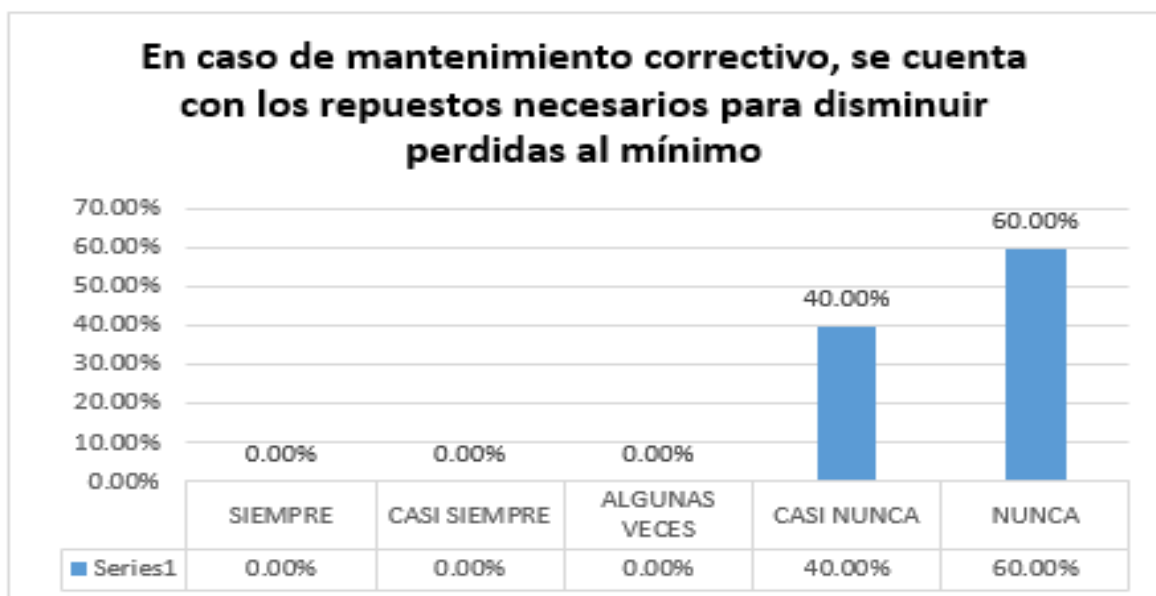


Figura 1: En caso de mantenimiento correctivo se cuenta con los repuestos necesarios para disminuir pérdidas al mínimo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura 01 se aprecia que no cuentan con los repuestos necesarios para poder aplicar mantenimiento correctivo en caso alguna falla se suscite en las máquinas, según los resultados mostrados indica que nunca (60%) cuenta con los repuestos necesarios. Esto se da porque en gran parte las máquinas son adquiridas del

extranjero, lo que dificulta tener los repuestos que estas necesitan en caso de alguna falla.

A los trabajadores de la empresa también se les aplicaron preguntas para saber su conocimiento de mantenimiento, capacitaciones e inducciones, algunos resultados son:

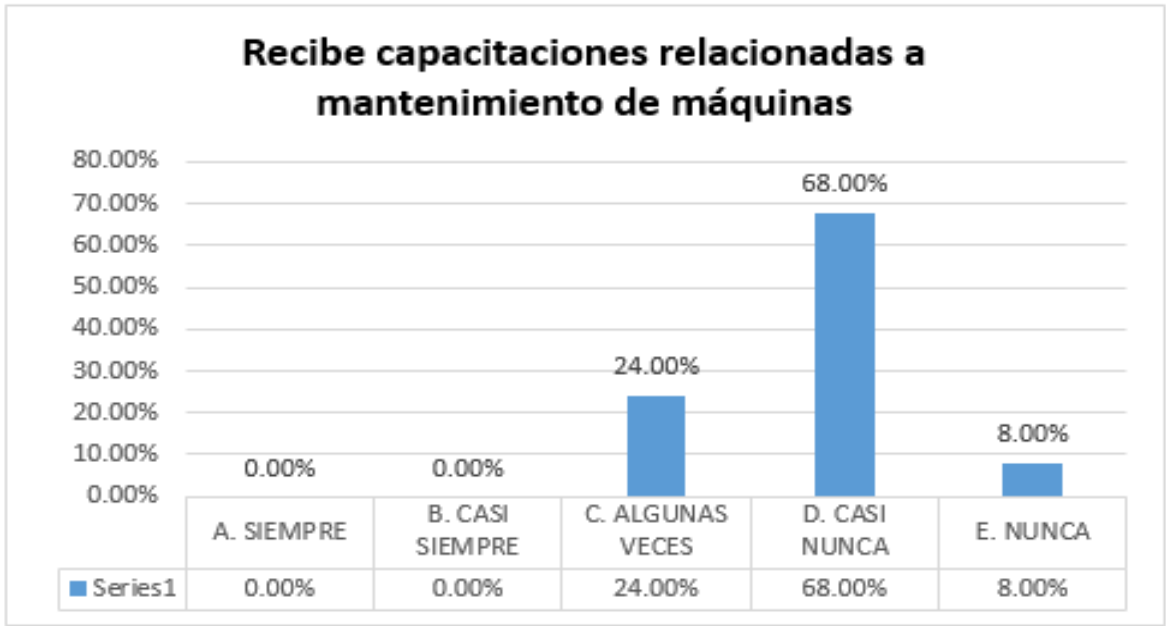


Figura 2: Recibe capacitaciones relacionadas a mantenimiento de máquinas
Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura 02 se observa que los trabajadores de la empresa, no tiene capacitados a sus trabajadores en cuanto a mantenimiento se refiere con un 68%, nos indica que casi nunca reciben capacitaciones, cuando lo recomendable sería que les puedan brindar al menos 4 capacitaciones al año.

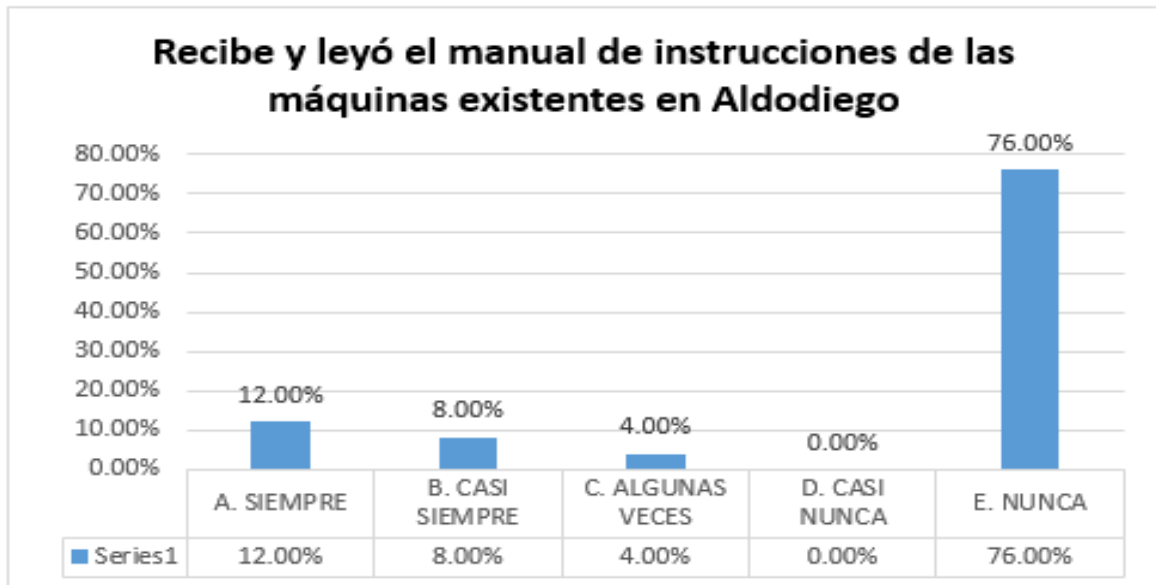


Figura 3: Recibe y leyó el manual de instrucciones de las máquinas existentes en Aldodiego

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura 03 se observa que en 76% de los trabajadores, no reciben, ni leen el manual de instrucciones del funcionamiento de las máquinas, esto debido a que los manuales solo los leen el jefe de producción y el gerente.

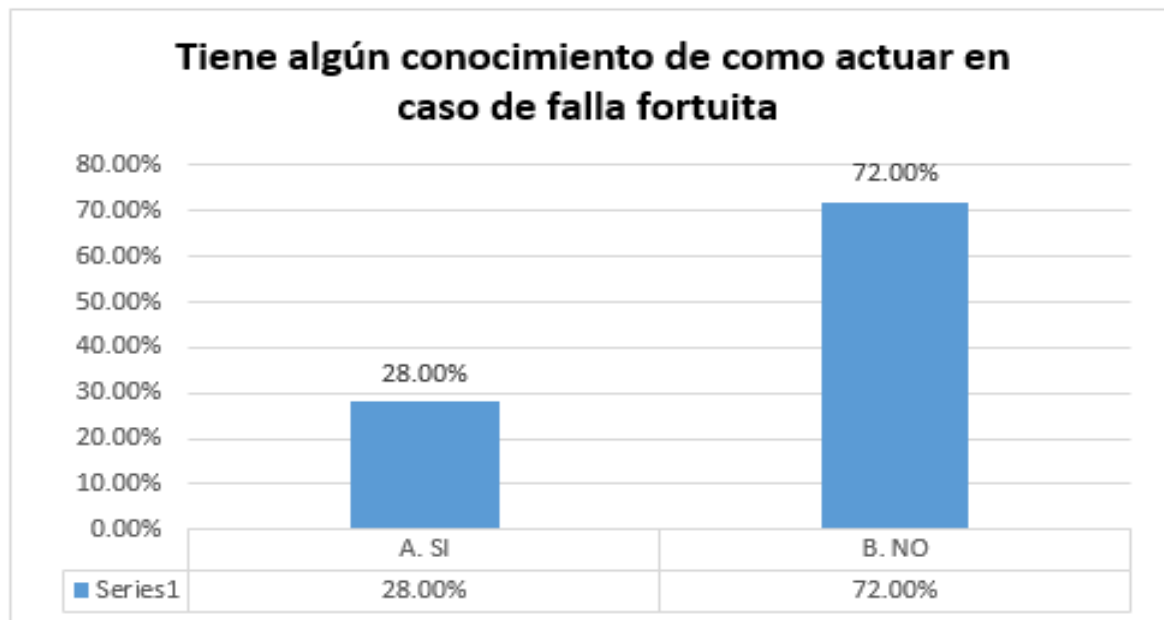


Figura 4: Tiene conocimiento de cómo actuar en caso de falla fortuita

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura 04 los resultados indican que el 72% de los trabajadores no saben cómo actuar en caso de alguna falla fortuita ocurra durante las operaciones.

4.1. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Se tomó en cuenta todas las máquinas y equipos en el proceso de producción ya que son muy pocas al ser una mediana empresa, el efectuar un análisis nos permitirá jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos; en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

A continuación, se mencionan los factores a considerar para la determinación y selección de los equipos e instalaciones críticos:

- Las veces en la que falla una máquina o equipo permite identificar cuan crítico puede ser en el proceso productivo.

Tabla 2: Frecuencia de fallas

VALOR	FRECUENCIA DE FALLAS
4	ALTA: Mas de 5 fallas por año
3	PROMEDIO: 2 a 4 fallas por año
2	BAJA: 1 a 2 fallas por año
1	EXCELENTE: Menos de una falla por año

Fuente: Elaboración propia

- El impacto operacional es el porcentaje de producción que se afecta cuando ocurre la falla.

Tabla 3: Impacto Operacional

VALOR	IMPACTO OPERACIONAL
10	Parada inmediata de toda la planta o corte de la tira
6	Parada inmediata de un sector de la línea productiva
4	Impacta los niveles de producción o calidad
2	Repercute en costos operacionales adicionales asociados a la disponibilidad del equipo
1	No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción

Fuente: Elaboración propia

- La flexibilidad operacional, da la posibilidad de realizar un cambio rápido para continuar con la producción sin incurrir en costos o pérdidas considerables.

Tabla 4: Flexibilidad Operacional

VALOR	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL
4	No existe opción de producción y no existe función de respaldo (backup)
2	Existe opción de respaldo compartido
1	Existe opción de respaldo disponible

Fuente: Elaboración propia

- El costo de mantenimiento, se toma todos los costos que implica la labor de mantenimiento, dejando por fuera los costos inherentes a los costos de producción sufridos por la falla.

Tabla 5: Costo de mantenimiento

VALOR	COSTO DE MANTENIMIENTO
1	S/. 0 a S/.1000
5	S/.1000 a S/.5000
10	S/. 5000 a S/.10000
20	S/.10000 a S/.20000

Fuente: Elaboración propia

- Impacto en seguridad y medio ambiente, está enfocado en evaluar los posibles inconvenientes que puede causar sobre las personas o el medio ambiente.

Tabla 6: Impacto en seguridad y medio ambiente

VALOR	IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE
40	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna
32	Afecta al medio ambiente produciendo daños severos
24	Afecta las instalaciones causando daños severos
16	Provoca daños menores (accidentes e incidentes) personal propio
8	Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
0	No provoca ningún daño a las personas, instalaciones ni ambiente.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Antecedentes de costos de mantenimiento 2017

FECHA	EQUIPO	COSTO DEL MANTENIMIEN
05/01/2017	Waflera	S/. 50.00
15/01/2017	Kitchen domestica	S/. 25.00
26/01/2017	Congeladora	S/. 50.00
09/02/2017	Kitchen domestica	S/. 30.00
17/02/2017	Catarata de agua	S/. 2,500.00
14/03/2017	Procesadora de helado	S/. 120.00
29/03/2017	Kitchen industrial	S/. 120.00
14/04/2017	Horno pastelero	S/. 220.00
24/04/2017	Procesadora de helado	S/. 95.00
30/04/2017	Horno pastelero	S/. 58.00
19/05/2017	Waflera	S/. 100.00
18/06/2017	Congeladora	S/. 70.00
27/06/2017	Waflera	S/. 150.00
16/07/2017	Waflera	S/. 320.00
26/07/2017	Pasteurizador	S/. 48.00
16/08/2017	Procesadora de helado	S/. 138.00
25/08/2017	Kitchen domestica	S/. 65.00
30/08/2017	Waflera	S/. 453.00
14/09/2017	Congeladora	S/. 45.00
22/09/2017	Waflera	S/. 85.00
28/09/2017	Horno pastelero	S/. 462.00
17/10/2017	Waflera	S/. 1,560.00
02/11/2017	Procesadora de helado	S/. 97.00
12/11/2017	Pasteurizador	S/. 65.00
18/11/2017	Mesa refrigerante	S/. 50.00
16/12/2017	Waflera	S/. 150.00

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 7: Frecuencia de fallas por maquina

FRECUENCIA DE FALLAS	
EQUIPO	POR FRECUENCIA
WAFLERA	4
KITCHEN DOMESTICA	3
CONGELADORA	3
CATARATA DE AGUA	1
PROCESADORA DE HELADO	4
KITCHEN INDUSTRIAL	2
HORNO PASTELERO	3
PASTEURIZADOR	2
MESA REFRIGERANTE	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Impacto Operacional por maquina

IMPACTO OPERACIONAL	
EQUIPO	IMPACTO OPERACIONAL
WAFLERA	6
KITCHEN DOMESTICA	4
CONGELADORA	1
CATARATA DE AGUA	4
PROCESADORA DE HELADO	10
KITCHEN INDUSTRIAL	4
HORNO PASTELERO	6
PASTEURIZADOR	6
MESA REFRIGERANTE	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Flexibilidad Operacional por maquina

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	
EQUIPO	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL
WAFLERA	4
KITCHEN DOMESTICA	2
CONGELADORA	1
CATARATA DE AGUA	4
PROCESADORA DE HELADO	2
KITCHEN INDUSTRIAL	1
HORNO PASTELERO	2
PASTEURIZADOR	4
MESA REFRIGERANTE	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Costos de Mantenimiento por maquina

COSTOS DE MANTENIMIENTO	
EQUIPO	COSTOS DE MANTENIMIENTO
WAFLERA	5
KITCHEN DOMESTICA	1
CONGELADORA	1
CATARATA DE AGUA	1
PROCESADORA DE HELADO	1
KITCHEN INDUSTRIAL	1
HORNO PASTELERO	1
PASTEURIZADOR	1
MESA REFRIGERANTE	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Seguridad y Medio Ambiente por maquina

SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	
EQUIPO	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE
WAFLERA	16
KITCHEN DOMESTICA	0
CONGELADORA	0
CATARATA DE AGUA	8
PROCESADORA DE HELADO	0
KITCHEN INDUSTRIAL	0
HORNO PASTELERO	16
PASTEURIZADOR	0
MESA REFRIGERANTE	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Determinación de criticidad de equipos

MAQUINA	FRECUENCIA DE FALLAS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	CRITICIDAD	
						CRITICIDAD	ESTADO
WAFLERA	4	6	4	5	16	180	C
KITCHEN DOMESTICA	3	4	2	1	0	27	SC
CONGELADORA	3	1	1	1	0	6	SC
CATARATA DE AGUA	1	4	4	1	8	25	NC
PROCESADORA DE HELADO	4	10	2	1	0	84	C
KITCHEN INDUSTRIAL	2	4	1	1	0	10	NC
HORNO PASTELERO	3	6	2	1	16	87	C
PASTEURIZADOR	2	6	4	1	0	50	C
MESA REFRIGERANTE	2	1	1	1	0	4	NC

Fuente: Elaboración propia

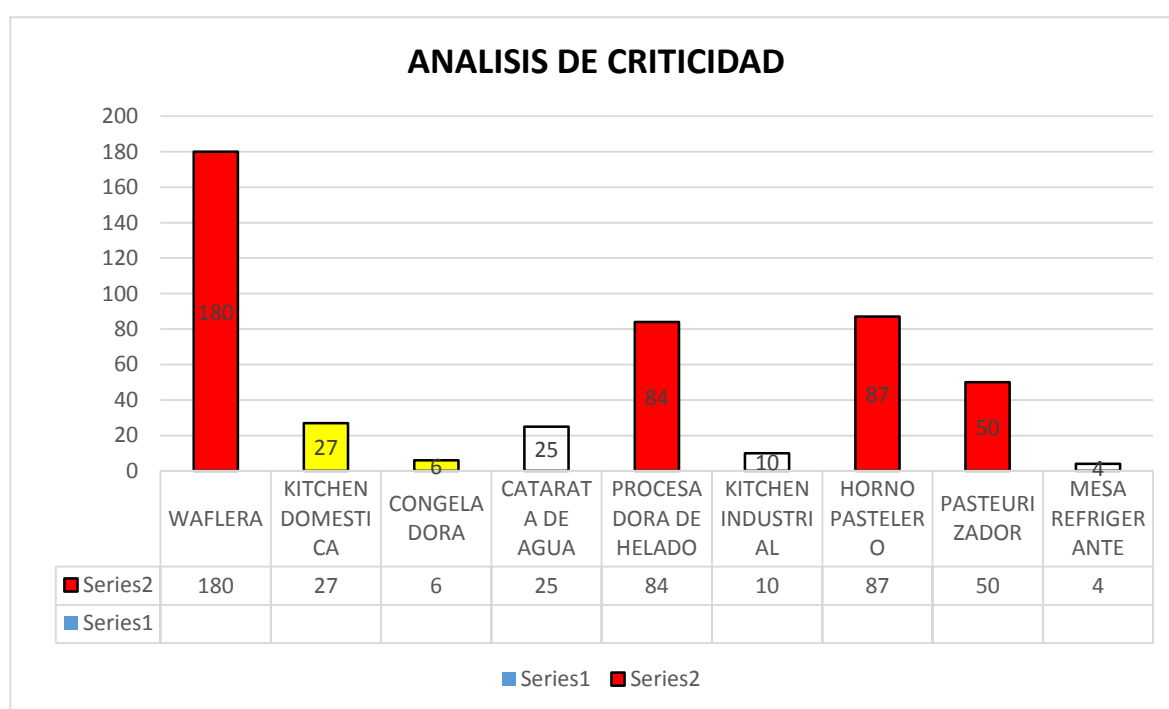


Figura 5: Análisis de criticidad

Fuente: Elaboración Propia

4.2. ANALISIS DE CRITICIDAD CON IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Tabla 14: Antecedentes de costos de mantenimiento 2018

FECHA	EQUIPO	COSTO DEL MANTENIMIENTO
09/01/2018	Waflera	S/. 150.00
09/01/2018	Waflera	S/. 55.00
08/02/2018	Kitchen domestica	S/. 30.00
09/03/2018	Waflera	S/. 80.00
23/03/2018	Congeladora	S/. 185.00
12/04/2018	Kitchen domestica	S/. 85.00
27/04/2018	Congeladora	S/. 95.00
13/05/2018	Procesadora de helado	S/. 185.00
13/05/2018	Procesadora de helado	S/. 75.00
28/06/2018	Procesadora de helado	S/. 180.00
31/07/2018	Horno pastelero	S/. 300.00
16/08/2018	Pasteurizador	S/. 220.00
27/09/2018	Horno pastelero	S/. 180.00
30/10/2018	Pasteurizador	S/. 295.00

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 15: Frecuencia de fallas

FRECUENCIA DE FALLAS	
EQUIPO	POR FRECUENCIA
WAFLERA	3
KITCHEN DOMESTICA	2
CONGELADORA	2
PROCESADORA DE HELADO	3
HORNO PASTELERO	2
PASTEURIZADOR	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Impacto operacional

IMPACTO OPERACIONAL	
EQUIPO	IMPACTO OPERACIONAL
WAFLERA	4
KITCHEN DOMESTICA	2
CONGELADORA	2
PROCESADORA DE HELADO	4
HORNO PASTELERO	2
PASTEURIZADOR	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Flexibilidad operacional

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	
EQUIPO	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL
WAFLERA	1
KITCHEN DOMESTICA	1
CONGELADORA	1
PROCESADORA DE HELADO	2
HORNO PASTELERO	2
PASTEURIZADOR	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Costos de Mantenimiento

COSTOS DE MANTENIMIENTO	
EQUIPO	COSTOS DE MANTENIMIENTO
WAFLERA	1
KITCHEN DOMESTICA	1
CONGELADORA	1
PROCESADORA DE HELADO	1
HORNO PASTELERO	1
PASTEURIZADOR	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Seguridad y Medio Ambiente

SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	
EQUIPO	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE
WAFLERA	0
KITCHEN DOMESTICA	0
CONGELADORA	0
PROCESADORA DE HELADO	0
HORNO PASTELERO	0
PASTEURIZADOR	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Determinación de criticidad de equipos

MAQUINA	FRECUENCIA DE FALLAS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	CRITICIDAD	
						CRITICIDAD	ESTADO
WAFLERA	3	4	1	1	0	13	SC
KITCHEN DOMESTICA	2	2	1	1	0	5	NC
CONGELADORA	2	2	1	1	0	5	NC
PROCESADORA DE HELADO	3	4	2	1	0	25	SC
HORNO PASTELERO	2	2	2	1	0	9	NC
PASTEURIZADOR	2	4	2	1	0	17	NC

Fuente: Elaboración propia

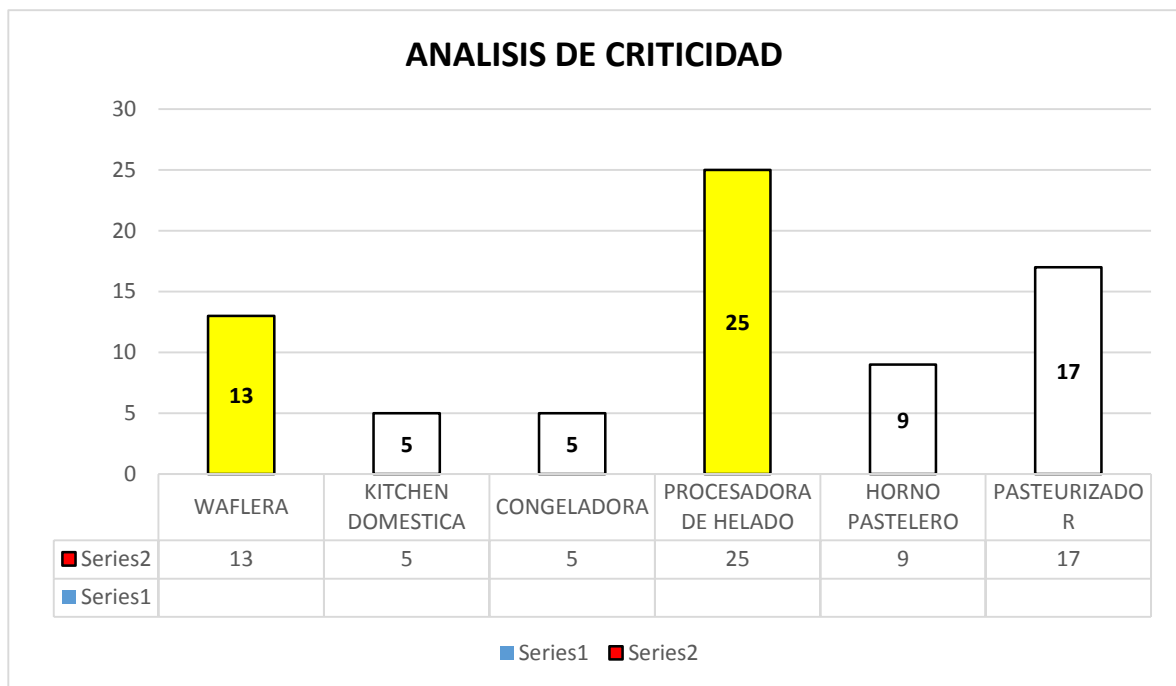


Figura 6: Análisis de criticidad
Fuente: Elaboración propia

5.1. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.1.1. Procedimiento para la realización del mantenimiento

El procedimiento de actividades que deben realizarse para la ejecución eficiente de todas las tareas relacionadas al mantenimiento preventivo de la maquinaria, son fichas o formatos de control necesarios.

5.1.2. Diagrama de flujo para realizar el mantenimiento preventivo

Es el flujo de actividades para realizar un determinado trabajo de mantenimiento preventivo en los equipos de la empresa.

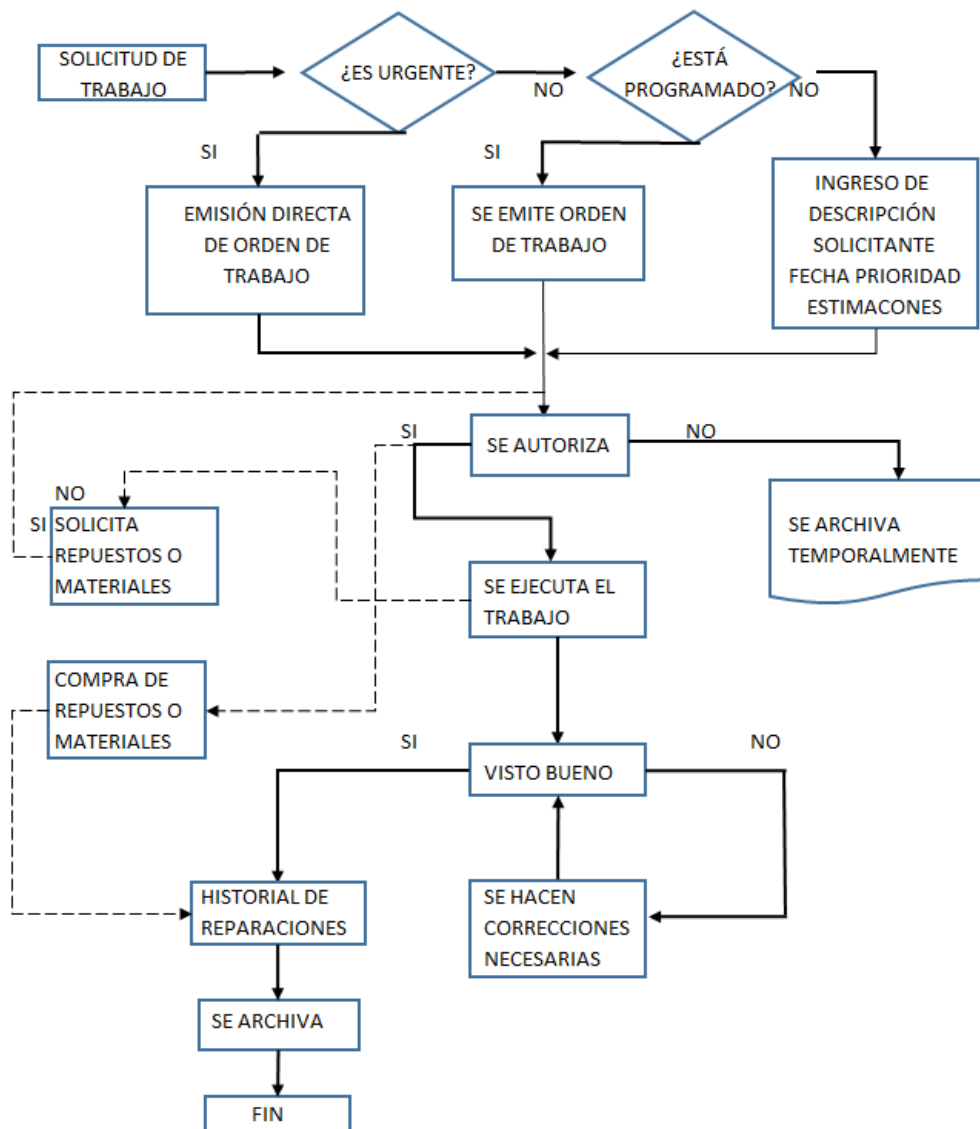


Figura 7: Flujo de actividades para el mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Programa de mantenimiento anual

Tabla 21: Programa de mantenimiento anual




[illegible]

Tabla 22: Formato de mantenimiento

		MANTENIMIENTO ALDODIEGO & CO. S.R.L.				MANTENIMIENTO PRODUCCIÓN	
						FECHA: 02/01/2018	VERSIÓN-01
Nombre del Equipo : Congeladora							
Descripción del Trabajo :		Mantenimiento de Congeladora					
Fecha Emisión :		martes, 02 de enero de 2018					
Responsable :			Semana	01	Frecuencia:		SEMANAL
	Jose Antonio Pandura Valles						
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		CHECK LIST		OBSERVACIONES		
CONGELADORA							
1	Verificación Condensador		✓				
2	Mantenimiento Evaporador		X		Evaporador no funciona bien		
3	Inspección Valvula expansión y filtro		✓				
4	Verificación de Termostato		✓				
5	Inspección de Compresor		✓				
6	Mantenimiento Toma de aire		X		Toma de aire obstruida por polvo		
7							
8							
ITEM	REPUESTOS, MATERIALES E INSUMOS		Req Materiales	SE UTILIZO?	CANT		UN. MEDIDA
1	Evaporador nuevo		1	NO	1.00		und
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
OBSERVACIONES: Evaporador no se pudo cambiar por falta de stock							
Toma de aire se pudo limpiar							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Formato de mantenimiento

		MANTENIMIENTO ALDODIEGO & CO. S.R.L.			MANTENIMIENTO PRODUCCIÓN	
					FECHA: 02/01/2018	VERSIÓN-01
Nombre del Equipo : Waflera						
Descripción del Trabajo :		Mantenimiento de Waflera				
Fecha Emisión :		viernes, 05 de enero de 2018				
Responsable :		Semana 01		Frecuencia:		SEMANAL
		Jose Antonio Panduro Valles				
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	CHECK LIST		OBSERVACIONES		
WAFLERA						
1	Mantenimiento Plato superior	X		Calienta demasiado		
2	Mantenimiento Plato inferior	X		Calienta demasiado		
3	Inspeccion Indicador de temperatura	✓				
4	Inspeccion Botón de inicio	✓				
5	Mantenimiento Cables entre platos	X		Presencia de grasa		
6	Inspeccion Enchufe	✓				
7						
8						
ITEM	REPUESTOS, MATERIALES E INSUMOS	Req Materiales	SE UTILIZO?	CANT		UN. MEDIDA
1	RESISTENCIA DE PLATO SUPERIOR	SI	NO	1.00		und
2	RESISTENCIA DE PLATO INFERIOR	SI	NO	1.00		und
3	MANGUERA DE PLASTICA PARA CUBRIR CABLES	SI	NO	1.00		und
4						
5						
6						
7						
8						
OBSERVACIONES: No se pudo hacer el cambio de resistencias y manguera por falta de stock.						

Fuente: Elaboración propia

5.1.3. Indicadores del mantenimiento

5.1.3.1. Tiempo de inactividad total

Indicia el tiempo que una maquina esta inactiva debido a fallas imprevistas hasta su hora en que empieza a funcionar nuevamente.

Tabla 24: Inactividad Waflera

EQUIPO : WAFLERA			
FECHAS DE FALLO	HORA DE INICIO DE FALLA	HORA FINAL PARA FUNCIONAMIENTO	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD
05/01/2017	09:18:00	22:00:00	12:42:00
06/01/2017	09:00:00	22:00:00	13:00:00
19/05/2017	10:25:00	20:46:00	10:21:00
27/06/2017	14:30:00	21:15:00	06:45:00
16/07/2017	11:30:00	18:10:00	06:40:00
30/08/2017	09:25:00	22:00:00	12:35:00
30/08/2017	09:00:00	11:00:00	02:00:00
22/09/2017	13:50:00	18:13:00	04:23:00
17/10/2017	14:25:00	17:37:00	03:12:00
16/12/2017	14:25:00	18:45:00	04:20:00
TOTAL HORAS INACTIVAS			75 :58:00
TMRP			7 :35:48

Fuente: Aldodiego &Co.

Tabla 25: Inactividad Kitchen Domestica

EQUIPO : KITCHEN DOMESTICA			
FECHAS DE FALLO	HORA DE INICIO DE FALLA	HORA FINAL PARA FUNCIONAMIENTO	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD
15/01/2017	10:00:00	22:00:00	12:00:00
15/01/2017	09:00:00	15:30:00	06:30:00
09/02/2017	13:19:00	22:00:00	08:41:00
09/02/2017	09:00:00	12:30:00	03:30:00
25/08/2017	09:00:00	22:00:00	13:00:00
25/08/2017	09:00:00	18:30:00	09:30:00
TOTAL HORAS INACTIVAS			43 :41:00
TMRP			8 :40:58

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 26: Inactividad Congeladora

EQUIPO : CONGELADORA			
FECHAS DE FALLO	HORA DE INICIO DE FALLA	HORA FINAL PARA FUNCIONAMIENTO	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD
26/01/2017	10:15:00	22:00:00	11:45:00
26/01/2017	09:00:00	12:45:00	03:45:00
18/06/2017	10:35:00	22:00:00	11:25:00
18/06/2017	09:00:00	11:38:00	02:38:00
14/09/2017	09:35:00	22:00:00	12:25:00
14/09/2017	09:00:00	14:15:00	05:15:00
TOTAL HORAS INACTIVAS			47 :13:00
TMRP			7 :59:08

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 27: Inactividad Procesadora de Helado

EQUIPO : PROCESADORA DE HELADO			
FECHAS DE FALLO	HORA DE INICIO DE FALLA	HORA FINAL PARA FUNCIONAMIENTO	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD
14/03/2017	09:45:00	22:00:00	12:15:00
14/03/2017	09:00:00	11:30:00	02:30:00
24/04/2017	13:25:00	22:00:00	08:35:00
24/04/2017	09:00:00	14:00:00	05:00:00
16/08/2017	10:19:00	20:30:00	10:11:00
16/08/2017	09:00:00	15:00:00	06:00:00
02/11/2017	15:45:00	22:00:00	06:15:00
02/11/2017	09:00:00	11:00:00	02:00:00
TOTAL HORAS INACTIVAS			50 :46:00
TMRP			6 :35:45

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 28: Inactividad Horno Pastelero

EQUIPO : HORNO PASTELERO			
FECHAS DE FALLO	HORA DE INICIO DE FALLA	HORA FINAL PARA FUNCIONAMIENTO	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD
14/04/2017	11:30:00	22:00:00	10:30:00
14/04/2017	09:00:00	16:00:00	07:00:00
30/04/2017	13:15:00	22:35:00	09:20:00
30/04/2017	09:00:00	17:00:00	08:00:00
28/09/2017	09:25:00	11:48:00	02:23:00
29/09/2017	09:25:00	11:48:00	02:23:00

TOTAL HORAS INACTIVAS	37 :13:00
TMRP	6 :36:00

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 29: Inactividad Pasteurizador

EQUIPO : PASTEURIZADOR			
FECHAS DE FALLO	HORA DE INICIO DE FALLA	HORA FINAL PARA FUNCIONAMIENTO	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD
26/07/2017	11:20:00	22:00:00	10:40:00
26/07/2017	09:00:00	13:15:00	04:15:00
12/11/2017	10:34:00	22:00:00	11:26:00
12/11/2017	09:00:00	18:00:00	09:00:00

TOTAL HORAS INACTIVAS	35 :21:00
TMRP	8 :50:15

Fuente: Aldodiego & Co.

5.1.3.2. Tiempo Medio hasta la Falla (MTTF)

Indica el tiempo que demora una máquina hasta la falla.

Tabla 30: MTTF Waflera

EQUIPO : WAFLERA			
FECHAS DE FALLO		TIEMPO EN DIAS	TIEMPO EN HORAS
05/01/2017	19/05/2017	134	1340
19/05/2017	27/06/2017	39	390
27/06/2017	16/07/2017	19	190
16/07/2017	30/08/2017	45	450
30/08/2017	22/09/2017	23	230
22/09/2017	17/10/2017	25	250
17/10/2017	16/12/2017	60	600
TIEMPO MEDIO DE FALLA EN HORAS			492.86

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 31: MTTF Kitchen Domestica

EQUIPO : KITCHEN DOMESTICA			
FECHAS DE FALLO		TIEMPO EN DIAS	TIEMPO EN HORAS
15/01/2017	09/02/2017	25	250
09/02/2017	25/08/2017	197	1970
TIEMPO MEDIO DE FALLA EN HORAS			1110

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 32: MTTF Congeladora

EQUIPO : CONGELADORA			
FECHAS DE FALLO		TIEMPO EN DIAS	TIEMPO EN HORAS
26/01/2017	18/06/2017	143	1430
18/06/2017	14/09/2017	88	880
TIEMPO MEDIO DE FALLA EN HORAS			1155

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 33: MTTF Procesadora de Helado

EQUIPO : PROCESADORA DE HELADO			
FECHAS DE FALLO		TIEMPO EN DIAS	TIEMPO EN HORAS
14/03/2017	24/04/2017	41	410
24/04/2017	16/08/2017	114	1140
16/08/2017	02/11/2017	78	780
TIEMPO MEDIO DE FALLA EN HORAS			776.67

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 34: MTTF Horno Pastelero

EQUIPO : HORNO PASTELERO			
FECHAS DE FALLO		TIEMPO EN DIAS	TIEMPO EN HORAS
14/04/2017	30/04/2017	16	160
30/04/2017	28/09/2017	151	1510
TIEMPO MEDIO DE FALLA EN HORAS			835

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 35: MTTF Pasteurizador

EQUIPO : PASTEURIZADOR			
FECHAS DE FALLO		TIEMPO EN DIAS	TIEMPO EN HORAS
26/07/2017	12/11/2017	109	1090
TIEMPO MEDIO DE FALLA EN HORAS			1090

Fuente: Aldodiego & Co.

5.1.3.3. Cálculo Confiabilidad

Nos indica la probabilidad en que una máquina o equipo realizará su función prevista sin incidentes por un periodo de tiempo especificado.

Tabla 36: Confiabilidad

MAQUINA	MTBF	λ	e	t	CONFIABILIDAD
WAFLERA	350.55	-0.0028526	2.718	240.00	50.43%
KITCHEN DOMESTICA	945.53	-0.0010576	2.718	240.00	77.58%
CONGELADORA	944.29	-0.0010590	2.718	240.00	77.56%
PROCESADORA DE HELADO	707.39	-0.0014137	2.718	240.00	71.23%
HORNO PASTELERO	947.62	-0.0010553	2.718	240.00	77.63%
PASTEURIZADOR	1422.40	-0.0007030	2.718	240.00	84.47%

Fuente: Elaboración propia

5.1.3.4. Cálculo Mantenibilidad

Indica la probabilidad de que una operación de mantenimiento dada, realizada en condiciones definidas, con la ayuda de procedimientos y medios especificados, pueda efectuarse en un intervalo de tiempo cuando la operación ha comenzado en $t=0$.

Tabla 37: Mantenibilidad

MAQUINA	e	u	t	MANTENIBILIDAD
WAFLERA	2.718	-0.11	7.36	54.12%
KITCHEN DOMESTICA	2.718	-0.07	8.41	44.08%
CONGELADORA	2.718	-0.06	7.59	38.32%
PROCESADORA DE HELADO	2.718	-0.08	6.36	39.60%
HORNO PASTELERO	2.718	-0.08	6.36	40.18%
PASTEURIZADOR	2.718	-0.06	8.50	38.30%

Fuente: Elaboración propia

5.1.3.5. Cálculo Disponibilidad

Indica la probabilidad de que una máquina o equipo esté disponible.

Tabla 38: Disponibilidad

MAQUINA	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
WAFLERA	350.55	9.45	0.97
KITCHEN DOMESTICA	945.53	14.47	0.98
CONGELADORA	944.29	15.71	0.98
PROCESADORA DE HELADO	707.39	12.62	0.98
HORNO PASTELERO	947.62	12.38	0.99
PASTEURIZADOR	1422.40	17.61	0.99

Fuente: Elaboración propia

5.1.3.6. Cuadro Completo de Indicadores

Tabla 39: Resumen Indicadores

MAQUINA	Nº FALLAS	TIEMPO DE INACTIVIDAD	TIEMPO DE PRODUCCION TOTAL	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLA (MTBF)	TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	TIEMPO MEDIO HASTA LA FALLA (MTTF)	CONFIABILIDAD	DISPONIBILIDAD	MANTENIBILIDAD
WAFLERA	8	75.58	2880	350.55	9.45	492.86	50.43%	0.97	54.12%
KITCHEN DOMESTICA	3	43.41	2880	945.53	14.47	1110	77.58%	0.98	44.08%
CONGELADORA	3	47.13	2880	944.29	15.71	1155	77.56%	0.98	38.32%
PROCESADORA DE HELADO	4	50.46	2880	707.39	12.62	776.67	71.23%	0.98	39.60%
HORNO PASTELERO	3	37.13	2880	947.62	12.38	835	77.63%	0.99	40.18%
PASTEURIZADOR	2	35.21	2880	1422.40	17.61	1090	84.47%	0.99	38.30%
PROMEDIO				886.30		909.92	73.15%	98.33%	42.43%

Fuente: Elaboración propia

5.2. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CON IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN

5.2.1. Indicadores de mantenimiento

5.2.1.1. Tiempo de inactividad total

Indicia el tiempo que una maquina esta inactiva debido a fallas imprevistas hasta su hora en que empieza a funcionar nuevamente.

Tabla 40: Inactividad Waflera

EQUIPO : WAFLERA			
FECHAS DE FALLO	HORA DE INICIO DE FALLA	HORA FINAL PARA FUNCIONAMIENTO	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD
09/01/2018	10:30:00	21:30:00	11:00:00
09/03/2018	09:30:00	21:00:00	11:30:00
TOTAL HORAS INACTIVAS			22 :30:00
TMRP			11:15:00

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 41: Inactividad Kitchen Domestica

EQUIPO : KITCHEN DOMESTICA			
FECHAS DE FALLO	HORA DE INICIO DE FALLA	HORA FINAL PARA FUNCIONAMIENTO	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD
08/02/2018	09:15:00	20:35:00	11:20:00
12/04/2018	11:10:00	20:45:00	09:35:00
TOTAL HORAS INACTIVAS			20 :55:00
TMRP			10:27:30

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 42: Inactividad Congeladora

EQUIPO : CONGELADORA			
FECHAS DE FALLO	HORA DE INICIO DE FALLA	HORA FINAL PARA FUNCIONAMIENTO	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD
23/03/2018	09:00:00	19:55:00	10:55:00
27/04/2018	12:30:00	21:20:00	08:50:00

TOTAL HORAS INACTIVAS	19 :45:00
TMRP	09:52:30

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 43: Inactividad Procesadora de Helado

EQUIPO : PROCESADORA DE HELADO			
FECHAS DE FALLO	HORA DE INICIO DE FALLA	HORA FINAL PARA FUNCIONAMIENTO	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD
13/05/2018	09:30:00	20:50:00	11:20
28/06/2018	09:00:00	18:30:00	09:30

TOTAL HORAS INACTIVAS	20 :50:00
TMRP	10:25:00

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 44: Inactividad Horno Pastelero

EQUIPO : HORNO PASTELERO			
FECHAS DE FALLO	HORA DE INICIO DE FALLA	HORA FINAL PARA FUNCIONAMIENTO	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD
31/07/2018	10:40:00	20:35:00	09:55:00
27/09/2018	11:30:00	21:30:00	10:00:00

TOTAL HORAS INACTIVAS	19 :55:00
TMRP	09:57:30

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 45: Inactividad Pasteurizador

EQUIPO : PASTEURIZADOR			
FECHAS DE FALLO	HORA DE INICIO DE FALLA	HORA FINAL PARA FUNCIONAMIENTO	TIEMPO TOTAL DE INACTIVIDAD
16/08/2018	09:50:00	19:15:00	09:25:00
30/10/2018	09:45:00	20:30:00	10:45:00
TOTAL HORAS INACTIVAS			20 :10:00
TMRP			10:05:00

Fuente: Aldodiego & Co.

5.2.1.2. Tiempo Medio hasta la Falla (MTTF)

Indica el tiempo que demora una máquina hasta la falla.

Tabla 46: MTTF Waflera

EQUIPO : WAFLERA			
FECHAS DE FALLO		TIEMPO EN DIAS	TIEMPO EN HORAS
09/01/2018	09/03/2018	59	590

TIEMPO MEDIO DE FALLA EN HORAS

590.00

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 47: MTTF Kitchen Domestica

EQUIPO : KITCHEN DOMESTICA			
FECHAS DE FALLO		TIEMPO EN DIAS	TIEMPO EN HORAS
08/02/2018	12/04/2018	63	630

TIEMPO MEDIO DE FALLA EN HORAS

630

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 48: MTTF Congeladora

EQUIPO : CONGELADORA			
FECHAS DE FALLO		TIEMPO EN DIAS	TIEMPO EN HORAS
23/03/2018	27/04/2018	35	350

TIEMPO MEDIO DE FALLA EN HORAS 350

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 49: MTTF Procesadora de Helado

EQUIPO : PROCESADORA DE HELADO			
FECHAS DE FALLO		TIEMPO EN DIAS	TIEMPO EN HORAS
13/05/2018	28/06/2018	46	460

TIEMPO MEDIO DE FALLA EN HORAS 460

Fuente: Aldodiego & Co.

Tabla 50: MTTF Horno Pastelero

EQUIPO : HORNO PASTELERO			
FECHAS DE FALLO		TIEMPO EN DIAS	TIEMPO EN HORAS
31/07/2018	27/09/2018	58	580

TIEMPO MEDIO DE FALLA EN HORAS 580

Fuente: Aldodiego & Co

Tabla 51: MTTF Pasteurizador

EQUIPO : PASTEURIZADOR			
FECHAS DE FALLO		TIEMPO EN DIAS	TIEMPO EN HORAS
16/08/2018	30/10/2018	75	750

TIEMPO MEDIO DE FALLA EN HORAS 750

Fuente: Aldodiego & Co.

5.2.1.3. Cálculo Confiabilidad

Tabla 52: Confiabilidad

MAQUINA	MTBF	λ	e	t	CONFIABILIDAD
WAFLERA	952.30	-0.0010501	2.718	240.00	77.72%
KITCHEN DOMESTICA	1432.50	-0.0006981	2.718	240.00	84.57%
CONGELADORA	1433.50	-0.0006976	2.718	240.00	84.58%
PROCESADORA DE HELADO	954.33	-0.0010479	2.718	240.00	77.76%
HORNO PASTELERO	1434.00	-0.0006974	2.718	240.00	84.59%
PASTEURIZADOR	1431.00	-0.0006988	2.718	240.00	84.56%

Fuente: Elaboración propia

5.2.1.4. Cálculo Mantenibilidad

Tabla 53: Mantenibilidad

MAQUINA	e	u	t	MANTENIBILIDAD
WAFLERA	2.718	-0.13	11.15	76.50%
KITCHEN DOMESTICA	2.718	-0.13	10.28	74.61%
CONGELADORA	2.718	-0.15	9.53	76.92%
PROCESADORA DE HELADO	2.718	-0.18	10.25	83.62%
HORNO PASTELERO	2.718	-0.17	9.58	79.74%
PASTEURIZADOR	2.718	-0.11	10.05	67.26%

Fuente: Elaboración propia

5.2.1.5. Cálculo Disponibilidad

Tabla 54: Disponibilidad

MAQUINA	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
WAFLERA	952.30	7.70	0.99
KITCHEN DOMESTICA	1432.50	7.50	0.99
CONGELADORA	1433.50	6.50	1.00
PROCESADORA DE HELADO	954.33	5.67	0.99
HORNO PASTELERO	1434.00	6.00	1.00
PASTEURIZADOR	1431.00	9.00	0.99

Fuente: Elaboración propia

5.2.1.6. Cuadro Completo de Indicadores

Tabla 55: Resumen Indicadores

MAQUINA	Nº FALLAS	TIEMPO DE INACTIVIDAD	TIEMPO DE PRODUCCION TOTAL	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLA (MTBF)	TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	TIEMPO MEDIO HASTA LA FALLA (MTTF)	CONFIABILIDAD	DISPONIBILIDAD	MANTENIBILIDAD
WAFLERA	3	23.1	2880	952.30	7.70	590	77.72%	0.99	76.50%
KITCHEN DOMESTICA	2	15	2880	1432.50	7.50	630	84.57%	0.99	74.61%
CONGELADORA	2	13	2880	1433.50	6.50	350	84.58%	1.0	76.92%
PROCESADORA DE HELADO	3	17	2880	954.33	5.67	460	77.76%	0.99	83.62%
HORNO PASTELERO	2	12	2880	1434.00	6.00	580	84.59%	1.0	79.74%
PASTEURIZADOR	2	18	2880	1431.00	9.00	750	84.56%	0.99	67.26%
PROMEDIO				1272.94		560	82.30%	99.43%	76.44%

Fuente: Elaboración propia

6.1. ANALISIS MODOS DE FALLO Y EFECTOS POTENCIALES (AMEF)

Es un grupo de directrices, un método y una forma de verificar problemas potenciales y sus posibles efectos en un sistema para priorizarlos y poder centrar los recursos en programas de prevención, supervisión y respuesta.

6.1.1. AMEF Waflera

Tabla 56: AMEF Waflera

Maquina: WAFLERA			ANALISIS MODOS DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES								Responsable: Jefe Mantenimiento			
											Fecha AMEF:			
Función	Modos de Falla	Efectos	Severidad	Causas Reales o Potenciales	Ocurrencia	Diseño de controles	Detección	RPN	Acción(es) Recomendada(s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones			
											Acción(es) Tomada(s)	Nueva Sev	Nueva Occu	Nueva Det
PLATOS ENCARGADOS DE COCCIÓN	MALA COCCIÓN. PRODUCTO DE BAJA CALIDAD	CALENTAMIENTO	7	SOBRE CALENTAMIENTO	7	CONTROL DE TEMPERATURA	4	196	CAMBIO DE RESISTENCIAS DE AMBOS PLATOS	JEFE MANTENIMIENTO	SE CAMBIARON RESISTENCIAS	2	3	3
CABLES DE CONEXIÓN ENTRE PLATOS	MALA CONDUCTIVIDAD DE CORRIENTE	ENGRASAMIENTO POR USO DE ACEITO	7	CALOR Y GRASA PRODUCEN INCENDIO	4	MEJORA DE MANTENIMIENTO	4	112	CAMBIO DE MANGUERA PROTECTORA DE CABLE	JEFE MANTENIMIENTO	CAMBIO DE MANGUERA E INDUCCIÓN DE MANTENIMIENTO	2	2	2
MARCAR TEMPERATURA	FALLA ELECTRÓNICA	NO CONOCERLA EN LA QUE SE ENCUENTRA EL PRODUCTO EN PROCESO	7	FALLO DEL DISPLAY	4	SUSTITUIR DISPLAY	3	84	CAMBIO DE DISPLAY	JEFE DE MANTENIMIENTO	CAMBIO DE DISPLAY	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

6.1.2. AMEF Kitchen

Tabla 57: AMEF Kitchen

Maquina: KITCHEN DOMESTICA			ANALISIS MODOS DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES								Responsable: Jefe Mantenimiento			
											Fecha AMEF:			
Función	Modos de Falla	Efectos	Severidad	Causas Reales o Potenciales	Ocurrencia	Diseño de controles	Detección	RPN	Accion(es) Recomendada(s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones			
											Accion(es) Tomada(s)	Nueva Sev	Nueva Ocu	Nueva Det
BATIR MEZCLA	MAL BATIDO DE MEZCLA.	DESPRENDIMIENTO DE UNIONES DEL GLOBO ABATIDOR	4	GLOBO BATIDOR ROTO	3	CAMBIO DE GLOBO ABATIDOR	3	36	ADQUIRIR NUEVO GLOBO ABATIDOR	JEFE MANTENIMIENTO	ADQUISICION DE GLOBO ABATIDOR Y PROCEDER AL CAMBIO	1	2	2
GRADUACION DE VELOCIDAD	DIFICULTAD EN CONTROL DE VELOCIDAD	MAL CONTROL DE VELOCIDAD	4	TABLERO DE CONTROL NO FUNCIONA	3	REAJUSTE EN EL MOTOR	3	36	REAJUSTE EN EL MOTOR	JEFE MANTENIMIENTO	TABLERO REAJUSTADO EN EL MOTOR	2	2	2
														8

Fuente: Elaboración propia

6.1.3. AMEF Congeladora

Tabla 58: AMEF Congeladora

Maquina: CONGELADORA			ANALISIS MODOS DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES								Responsable: Jefe Mantenimiento				
											Fecha AMEF:				
Función	Modos de Falla	Efectos	Severidad	Causas Reales o Potenciales	Ocurrencia	Diseño de controles	Detección	RPN	Accion(es) Recomendada(s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones				
											Accion(es) Tomada(s)	Nueva Sev	Nueva Occu	Nueva Det	Nuevo RPN
CONGELACION DE ALIMENTOS	RUIDOS EXCESIVOS	DEFICIT EN CONGELAR Y DESCONGELAR	7	FALLO DEL COMPRESOR	3	DAR MANTENIMIENTO DE COMPRESOR	4	84	MANTENIMIENTO DE COMPRESOR	JEFE DE MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO DE COMPRESOR	3	4	2	24
MARCAR TEMPERATURA	FALLA ELECTRÓNICA	NO CONOCERLA T EN LA QUE SE ENCUENTRAN LOS ALIMENTOS	7	FALLO DEL DISPLAY	4	SUSTITUIR DISPLAY	3	84	CAMBIO DE DISPLAY	JEFE DE MANTENIMIENTO	CAMBIO DE DISPLAY	2	2	2	8
ENFRIAR ALIMENTOS	ALIMENTOS SIN EL FRIO NECESARIO	PARRILA DEL MOTOR NO CALIENTA UNIFORMEMENTE	6	PERDIDA DE GAS REFRIGERANTE	3	MANTENIMIENTO AL MOTOR	4	72	LLENADO DE GAS A LA CONGELADORA	JEFE DE MANTENIMIENTO	LLENADO DE GAS REFRIGERANTE	2	2	2	8

Fuente: Elaboración propia

6.1.4. AMEF Procesadora de Helado

Tabla 59: AMEF Procesadora de Helado

Maquina: PROCESADORA DE HELADO			ANALISIS MODOS DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES								Responsable: Jefe Mantenimiento			
											Fecha AMEF:			
Función	Modos de Falla	Efectos	Severidad	Causas Reales o Potenciales	Ocurrencia	Diseño de controles	Detección	RPN	Acción(es) Recomendada(s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones			
											Acción(es) Tomada(s)	Nueva Sev	Nueva Occ	Nueva Det
CONGELACION EN EL PROCESO DE HELADO	RUIDOS EXCESIVOS	DEFICIT EN CONGELAR	7	FALLO DEL COMPRESOR	3	DAR MANTENIMIENTO DE COMPRESOR	4	84	MANTENIMIENTO DE COMPRESOR	JEFE DE MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO DE COMPRESOR	3	4	2
ENFRIAR EL HELADO EN PROCESO	HELADO SIN EL FRIO NECESARIO	PARRILA DEL MOTOR NO CALIENTA UNIFORMEMENTE	6	PERDIDA DE GAS REFRIGERANTE	3	MANTENIMIENTO AL MOTOR	4	72	LLENADO DE GAS A LA CONGELADORA	JEFE DE MANTENIMIENTO	LLENADO DE GAS REFRIGERANTE	2	2	2
TRASFERIR EL CALOR ABSORBIDO	POCO FRIO EN EL PROCESOR	DEFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE CALOR	7	FALLO DE LOS EVAPORADORES	3	DAR MANTENIMIENTO A EVAPORADORES	4	84	LIMPIEZA DE EVAPORADORES	JEFE DE MANTENIMIENTO	LIMPIADO DE EVAPORADORES	3	4	2

Fuente: Elaboración propia

6.1.5. AMEF Horno Pastelero

Tabla 60: AMEF Horno Pastelero

Maquina: HORNO PASTELERO			ANALISIS MODOS DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES								Responsable: Jefe Mantenimiento			
											Fecha AMEF:			
Función	Modos de Falla	Efectos	Severidad	Causas Reales o Potenciales	Ocurrencia	Diseño de controles	Detección	R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones			
											Acción(es) Tomada(s)	Nuevo Sev	Nuevo Occu	Nuevo Det
PRODUCCION DE CALOR	DEFICIT DE CALOR	PRODUCTO SIN LACOCION NECESARIA	5	TERMOSTATO NO FUNCIONA	6	LIMPIEZA DE CONTACTOS DEL TERMOSTATO	4	120	REEMPLAZAR FUSIBLE Y LIMPIEZA DE CONTACTOS	JEFE DE MANTENIMIENTO	REEMPLAZO DE FUSIBLE	3	3	3
DISTRIBUCIÓN DEL AIRE CALIENTE	EL SOPLADOR DEL HORNO NO SE APAGA	DEFICIT DE DISTRIBUCION DE CALOR	5	EL TERMOSTATO ESTÁ AJUSTADO EN VENTILADOR CONTINUO	5	REINICIO O REEMPLZO DE INTERRUPTOR	4	100	AJUSTAR DE VENTILADOR	JEFE DE MANTENIMIENTO	AJUSTE DE VENTILADOR DEL TERMOSTATO	2	2	3
QUEMADOR DE GAS	FUNCIONAMIENTO RUIDOSO	RETUMBO GRAVE EN FUNCIONAMIENTO	6	QUEMADOR DE GAS ENCENDIDOS	5	LIMPIEZA DE QUEMADORES	4	120	AJUSTAR QUEMADORES	JEFE DE MANTENIMIENTO	LIMPIEZA Y AJUSTE DE QUEMADORES DE GAS	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

6.1.6. AMEF Pasteurizador

Tabla 61: AMEF Pasteurizador

Maquina: PASTEURIZADOR			ANALISIS MODOS DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES								Responsable: Jefe Mantenimiento			
											Fecha AMEF:			
Función	Modos de Falla	Efectos	Severidad	Causas Reales o Potenciales	Ocurrencia	Diseño de controles	Detección	RPN	Acción(es) Recomendada(s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones			
											Acción(es) Tomada(s)	Nueva Sev	Nueva Occ	Nueva Det
TRANSFERENCIA DE CALOR	DEPOSICIONES DE SOLIDOS EN LA SUPERFICIE.	DISMINUCIÓN DE CALOR INTERCAMBIADO	7	CAIDA DE PRESIÓN	4	MANTENIMIENTO DE PLACAS	4	112	MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE PLACAS	JEE DE MANTENIMIENTO	LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE PLACAS	3	2	3
BATIR LECHE	DIFICULTAD EN BATIDO	DEMORA EN EL BATIDO DE LECHE	4	DEFICIT DE BATIDO DE LECHE	4	MANTENIMIENTO DE MOTORES	3	48	MANTENIMIENTO DE MOTORES	JEE DE MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO DE LOS MOTORES	2	3	2
MARCAR TEMPERATURA	FALLA ELECTRÓNICA	NO CONOCERLA T EN LA QUE SE ENCUENTRAN LOS ALIMENTOS	7	FALLO DEL DISPLAY	4	SUSTITUIR DISPLAY	3	84	CAMBIO DE DISPLAY	JEFE DE MANTENIMIENTO	CAMBIO DE DISPLAY	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

6.2. ANALISIS MODOS DE FALLO Y EFECTOS POTENCIALES (AMEF) CON IMPLEMETACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN

6.2.1. AMEF WAFLERA

Tabla 62: AMEF Waflera

Maquina: WAFLERA			ANALISIS MODOS DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES								Responsable: Jefe Mantenimiento			
											Fecha AMEF:			
Función	Modos de Falla	Efectos	Severidad	Causas Reales o Potenciales	Ocurrencia	Diseño de controles	Detección	RPN	Accion(es) Recomendada(s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones			
											Accion(es) Tomada(s)	Nueva Sev	Nueva Ocu	Nueva Det
PLATOS ENCARGADOS DE COCCIÓN	MALA COCCIÓN. PRODUCTO DE BAJA CALIDAD	CALENTAMIENTO	6	SOBRE CALENTAMIENTO	6	CONTROL DE TEMPERATURA	3	108	CAMBIO DE RESISTENCIAS DE AMBOS PLATOS	JEFE MANTENIMIENTO	SE CAMBIARON RESISTENCIAS	2	3	3
CONEXIÓN DE ENERGÍA	NO CONDUCE LA ELECTRICIDAD	MAQUINA NOFUNCIONA	4	CABLE ROTO	3	CAMBIO DE CABLE O ENCHUFE	3	36	CAMBIAR DE CABLE Y ENCHUFE	JEFE MANTENIMIENTO	CAMBIO DE CABLE Y ENCHUFE	2	2	2
MANIOBRAR LA MAQUINA	FALLA MECANICA	NO SE PUDE CERRAR PLATOS PARA COCCION DE LA MATERIA PRIMA	5	RETRASO EN PRODUCCION	3	CAMBIO DE MANUBRIO	3	45	CAMBIAR DE MANUBRIO O SOLDAR AL PLATO	JEFE DE MANTENIMIENTO	SOLDADURA DE MANUBRIO AL PLATO SUPERIOR	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

6.2.2. AMEF Kitchen

Tabla 63: AMEF Kitchen

Maquina: KITCHEN DOMESTICA			ANALISIS MODOS DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES									Responsable: Jefe Mantenimiento				
												Fecha AMEF:				
Función	Modos de Falla	Efectos	Severidad	Causas Reales o Potenciales	Ocurrencia	Diseño de controles	Detección	RPN	Accion(es) Recomendada(s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones					
											Accion(es) Tomada(s)	Nueva Sev	Nueva Ocu	Nueva Det	Nuevo RPN	
BATIR MEZCLA	MAL BATIDO DE MEZCLA.	DESPRENDIMIENTO O DE UNIONES DELGLOBO ABATIDOR	4	GLOBO BATIDOR ROTO	3	CAMBIO DE GLOBO ABATIDOR	3	36	ADQUIRIR NUEVO GLOBO ABATIDOR	JEFE MANTENIMIENTO	ADQUISICION DE GLOBO ABATIDOR Y PROCEDER AL CAMBIO	1	2	2	4	
GENERAR FUNCIONAMIENT O Y ENERGIA A LA MAQUINA	NO CONDUCE LA ELECTRICIDAD	MAQUINA NOFUNCIONA	6	MOTOR DEFECTUOSO	3	RCAMBIO DE MOTOT	3	54	REPARAR O CAMBIAR EL MOTOR	JEFE MANTENIMIENTO	CAMBIO DEL MOTOR	2	2	2	8	

Fuente: Elaboración propia

6.2.3. AMEF Congeladora

Tabla 64: AMEF Congeladora

Maquina: CONGELADORA			ANALISIS MODOS DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES								Responsable: Jefe Mantenimiento			
											Fecha AMEF:			
Función	Modos de Falla	Efectos	Severidad	Causas Reales o Potenciales	Ocurrencia	Diseño de controles	Detección	RPN	Accion(es) Recomendada(s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones			
											Accion(es) Tomada(s)	Nueva Sev	Nueva Occu	Nueva Det
CONGELACION DE ALIMENTOS	RUIDOS EXCESIVOS	DEFICIT EN CONGELAR Y DESCONGELAR	7	FALLO DEL COMPRESOR	3	DAR MANTENIMIENTO DE COMPRESOR	4	84	MANTENIMIENTO DE COMPRESOR	JEFE DE MANTENIMIENTO	CAMBIO DE COMPRESOR	3	4	2
ENFRIAR ALIMENTOS	PRODUCTO SIN CONGELACIÓN	FUNCIONA FRIGORIFICO PERO NO EL CONGELADOR	7	PLACA ELECTRONICA FUNDIDA	3	VERIFICAR SI EXISTE MALA CONEXIÓN	3	63	CAMBIAR PLACA ELECTRÓNICA	JEFE DE MANTENIMIENTO	CAMBIO DE PLACA ELECTRONICA	2	3	2

Fuente: Elaboración propia

6.2.4. AMEF Procesadora de Helado

Tabla 65: AMEF Procesadora de Helado

Maquina: PROCESADORA DE HELADO			ANALISIS MODOS DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES								Responsable: Jefe Mantenimiento			
											Fecha AMEF:			
Función	Modos de Falla	Efectos	Severidad	Causas Reales o Potenciales	Ocurrencia	Diseño de controles	Detección	RPN	Accion(es) Recomendada(s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones			
											Accion(es) Tomada(s)	Nueva Sev	Nueva Occu	Nueva Det
TRANSFERIR EL CALOR ABSORBIDO	POCO FRIO EN EL PROCESOR	DEFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE CALOR	7	FALLO DE LOS EVAPORADORES	3	DAR MANTENIMIENTO A EVAPORADORES	4	84	LIMPIEZA DE EVAPORADORES	JEFE DE MANTENIMIENTO	CAMBIO DE EVAPORADORES	3	4	2
ENFRIAR EL HELADO EN PROCESO	HELADO SIN EL FRIO NECESARIO	PARRILA DEL MOTOR NO CALIENTA UNIFORMEMENTE	6	PERDIDA DE GAS REFRIGERANTE	3	MANTENIMIENTO AL MOTOR	4	72	LLENADO DE GAS A LA CONGELADORA	JEFE DE MANTENIMIENTO	LLENADO DE GAS REFRIGERANTE	2	2	2
CONGELACION EN EL PROCESO DE HELADO	RUIDOS EXCESIVOS	DEFICIT EN CONGELAR	6	FALLO DEL COMPRESOR	3	DAR MANTENIMIENTO DE COMPRESOR	4	72	MANTENIMIENTO DE COMPRESOR	JEFE DE MANTENIMIENTO	CAMBIO DE COMPRESOR	3	4	2

Fuente: Elaboración propia

6.2.5. AMEF Horno Pastelero

Tabla 66: AMEF Horno Pastelero

Maquina: HORNO PASTELERO			ANALISIS MODOS DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES								Responsable: Jefe Mantenimiento			
											Fecha AMEF:			
Función	Modos de Falla	Efectos	Severidad	Causas Reales o Potenciales	Ocurrencia	Diseño de controles	Detección	RPN	Acción(es) Recomendada(s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones			
											Acción(es) Tomada(s)	Nueva Sev	Nueva Occ	Nueva Det
COCCION DEL PRODUCTO	MALA COCCIÓN DEL PRODUCTO	CALENTAMIENTO	7	SOBRE CALENTAMIENTO	6	CONTROL DE TEMPERATURA	4	168	CAMBIO DE RESISTENCIAS DEL HORNO	JEFE MANTENIMIENTO	SE CAMBIARON RESISTENCIAS	2	3	3
GENERAR LA ENERGIA NECESARIA	SIN ENERGIA NECESARIA	NO PRODUCE LA ENERGIA NECESARIA PARA PROCESAR EL PRODUCTO	7	FALLO DEL MAGNETRON	4	MANTENIMIENTO O CAMBIO DE MAGNETRON	4	112	MATENIMIENTO DE MAGNETRON	JEFE DE MANTENIMIENTO	CAMBIO DE MAGNETRON	2	2	3

Fuente: Elaboración propia

6.2.6. AMEF Pasteurizador

Tabla 67: AMEF Pasteurizador

Maquina: PASTEURIZADOR			ANALISIS MODOS DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES								Responsable: Jefe Mantenimiento				
											Fecha AMEF:				
Función	Modos de Falla	Efectos	Severidad	Causas Reales o Potenciales	Ocurrencia	Diseño de controles	Detección	RPN	Accion(es) Recomendada(s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones				
											Accion(es) Tomada(s)	Nuevo Sev	Nuevo Occ	Nuevo Det	Nuevo RPN
BATIR LECHE	DIFICULTAD EN BATIDO	DEMORA EN EL BATIDO DE LECHE	7	RUIDOS EXTRAÑOS EN EL MOTOR	4	MANTENIMIENTO DE MOTORES	4	112	MANTENIMIENTO DE MOTORES	JEE DE MANTENIMIENTO	REEMPLAZO DE LOS MOTORES	3	2	3	18
TRASNFERIR EL CALOR ABSORBIDO	POCO FRIJO EN EL PROCESOR	DEFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE CALOR	7	FALLO DE LOS EVAPORADORAS	3	DAR MANTENIMIENTO A EVAPORADORAS	4	84	LIMPIEZA DE EVAPORADORES	JEFE DE MANTENIMIENTO	CAMBIO DE EVAPORADORES	3	4	2	24

Fuente: Elaboración propia

7.1. DETERMINACIÓN DEL COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

VAN: Es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto.

TIR: Es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

Costo operativo y de inversión de propuesta

Tabla 68: Costo operativo y de inversión de propuesta

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO MANTENIMIENTO			
Detalle de costos Inversión	Costos	Detalle de beneficios	Beneficios economicos
Computadora	S/. 1,200.00	Informacion ingresada diariamente (x mes)	S/. 500.00
Suministros de oficina mensuales	S/. 25.00	Evaluacion de mantenimiento diario	S/. 2,500.00
Tablero	S/. 20.00	Personal operativo calificado	
Total	S/. 1,245.00		
Detalle de costos Operativos			
Persona maneje utilitarios y estadística		Informacion disponible a todo el personal (x mes)	S/. 500.00
Salario mensual	S/. 750.00	Evaluaciones de calidad, conservando el registro digital	S/. 400.00
Capacitacion personal mantenimiento	S/. 250.00		
Manuales de apoyo	S/. 120.00		
Personal encargado de capacitacion	S/. 2,500.00		
Total	S/. 3,620.00	Total de beneficios economicos del sistema de gestión de mantenimiento	S/. 3,900.00

RESUMEN ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO TOTAL	
COSTO INVERSION TOTAL	S/. 1,245.00
COSTO OPERATIVO TOTAL	S/. 43,440.00
BENEFICIO TOTAL	S/. 46,800.00

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la tabla 68 se observa que el costo operativo de la propuesta planteada es de S/.46800.00 soles, en tanto el costo de inversión es de S/.43440.00 soles.

Evaluación financiera

Tabla 69: Evaluación financiera de indicadores VAN y TIR, Aldodiego & Co.

ANÁLISIS FINANCIERO													
	meses												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ventas (s/.)													960000
Ahorro (s/.)													468000
EGRESOS													
Inversion(s/.)	-1245												
Costo Opertivo (s/.)		-3620	-3620	-3620	-3620	-3620	-3620	-3620	-3620	-3620	-3620	-3620	-3620
Total	-1245	-3620	-3620	-3620	-3620	-3620	-3620	-3620	-3620	-3620	-3620	-3620	1424380
TIR	54%												
ROE	3.00%												
VAN	S/. 964,291.97												

Fuente: Aldodiego & Co.

Interpretación

En la tabla 69 se observa que el valor TIR es de 54% y el ROE 3.00%, al ser el valor TIR mayor al del ROE, se aprueba dicho valor. Así mismo el proyecto tiene un VAN de S/. 964291.97 soles, al ser el valor mayor a cero y comparándolo con el TIR se puede concluir que la propuesta de implementación es viable.

8.1. PRUEBA DE HIPOTESIS

8.1.1. Prueba de Normalidad

Reducción costos de mantenimiento

H₀: Los costos de mantenimiento de la empresa Aldodiego & Co. S.R.L., provienen de una distribución normal.

H₁: Los costos de mantenimiento de la empresa Aldodiego & Co. S.R.L., no provienen de una distribución normal.

Supuestos:

$P \leq 0.05$ se aprueba H₀

$p > 0.05$ se aprueba H₁

Para realizar la prueba de normalidad se hizo con la herramienta estadística SPSS, tomando los datos de costos de mantenimiento antes y después de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo.

Prueba de Hipótesis

$$H_0: \bar{X}_2 - \bar{X}_1 \leq 0$$

$$H_0: \bar{X}_2 - \bar{X}_1 > 0$$

Estadístico de Prueba

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1) * S_1^2 + (n_2 - 1) * S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Donde:

\bar{X}_1, \bar{X}_2 : Promedio de Costos de Mantenimiento

$\bar{\mu}_1, \bar{\mu}_2$: Media de Costos de Mantenimiento

n_1, n_2 : Tamaño de muestra

S_1^2, S_2^2 : Varianza de Costos de Mantenimiento

S_p^2 : Varianza Mancomunada.

Tabla 70: Prueba de normalidad de los costos de mantenimiento, Aldodiego & Co.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Costos de mantenimiento	,130	40	,089	,946	40	,054

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Tabla 8: Antecedes de costos de mantenimiento 2017 y Tabla 14: Antecedentes de los costos de mantenimiento 2018

Interpretación

Al ser datos menores a 50, se utiliza la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk, el cual tiene un valor $p = 0.945$ el cual está asociado a una significancia del 5.4%, por lo cual se aprueba que H_0 proviene de una distribución normal, por lo tanto, se utilizar la prueba estadística de T-Student.

Resultados:

Tabla 71-A: Estadísticas Descriptiva de los costos de Mantenimiento

Estadísticos de grupo					
	Sistema de Gestión de Mantenimiento	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Costos de Mantenimiento	Después de la aplicación del Sistema de Gestión	14	151,0714	84,97010	22,70921
	Antes de la aplicación del Sistema de Gestión	26	274,0769	546,20699	107,12000

Elaborado por el Investigador

Tabla 72-B: Resultados de la Prueba de Hipótesis de los costos de mantenimiento

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (unilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Costos de Mantenimiento	Se han asumido varianzas iguales	3,647	,064	-,832	38	,795	-123,00549	147,78498	-422,18055	176,16956

Elaborado por el Investigador

En la Tabla N°70-A se puede observar que el promedio de los costos de mantenimiento después de la aplicación del Sistema de Gestión de Mantenimiento preventivo es de S/ 151.07 por mantenimiento con una variación de S/ 84.97; mientras que los costos por mantenimiento antes de la aplicación del sistema de gestión se observa que el promedio de los costos por mantenimiento es de S/ 274.08 con una variación de S/ 546.21.

Asimismo, la prueba de hipótesis realizada nos arroja un valor de nuestro estadístico de prueba de -0.832 el cual está asociado a un nivel de significancia del 79.5%, el cual nos indica que se acepta nuestra hipótesis nula; es decir, que los costos de mantenimiento de la empresa ALDODIEGO & CO. S.R.L., 2018 disminuye después la aplicación del Sistema de Gestión de mantenimiento Preventivo.

IV. DISCUSIONES

- Al realizar la evaluación de mantenimiento actual de la empresa ALDODIEGO &CO permitió conocer que la mayoría de sus colaboradores no poseen conocimiento acerca del tema de mantenimiento en equipos y máquinas, reflejándose la ineficiente programación de inducción y capacitación, por lo que es importante desarrollar un plan estratégico preventivo para ello, de tal manera las ventas seguirán en una línea creciente. Se encontró que de 25 trabajadores el 72% no tenían conocimientos de mantenimiento; en cuanto a inducción, se encontró como resultado relevante que el 48% de trabajadores casi nunca reciben inducción en cuanto al uso de máquinas se refiere. En cuanto a capacitación, el 68% de los colaboradores solo reciben 1 capacitación al año, lo cual indica que no se está dando los conocimientos suficientes para su personal. Esta realidad se percibe en otras realidades empresariales como en el estudio de Gálvez y Silva (2015), quien luego de implementar sus técnicas de mantenimiento preventivo, consiguió aumentar en 16% la funcionalidad de los equipos y máquinas. En el presente trabajo de investigación como en el antecedente se recurrió inicialmente a una encuesta, al ser una herramienta que muestra un panorama de las causas potenciales de un problema determinado, en este caso de una organización (J. Casas y otros 2008). No obstante recomendando realizar a la par otros métodos, con el fin de contrastar la información, como en el presente trabajo que usó como soporte registros de falla, tiempos de paradas. Garantizando un análisis con confiabilidad, para brindar soluciones eficaces.
- La presente investigación identificó 32 máquinas en la empresa ALDODIEGO en el área de producción, de las cuales 4 de ellas son críticas, 2 semi críticas y es necesario que tengan un mejor monitoreo y programación de mantenimiento preventivo. Al igual que en la investigación de Toral y Burgos (2013), se realizó un análisis de criticidad. Puesto que esta herramienta permite clasificar sistemas, instalaciones y equipos, en función de una colisión global (CASTILLO-SERPA Y OTROS, 2009) luego se aplicó el software Proyect, lo cual logró disminuir el costo de mantenimiento de \$ 45000.00 a \$39000.00, lo cual representa un ahorro de 13.3335%. Así

mismo en la empresa en estudio se encontró que en el año 2017 los costos de mantenimiento eran de S/. 7126.00, con la implementación del sistema de gestión de mantenimiento, se redujo el costo ya corrigiendo las fallas en las maquinas críticas del proceso a S/ 2115.00, lo que representa un ahorro significativo de 29.68%. Lo que permite deducir que el análisis de criticidad encamina a tomar las decisiones adecuadas.

- La elaboración del plan de mantenimiento preventivo para reducir los costos de mantenimiento de la empresa ALDODIEGO & CO. S.R.L., permitió aumentar la disponibilidad de máquinas de 98.33% a 99.43%, en cuanto a confiabilidad se aumentó de un 73.15% a un 82.30%. Al igual que en el estudio de Garcia (2016), se respaldó en la teoría de etapas de sistemas de gestión de mantenimiento, quien tuvo resultados similares como el aumento de la disponibilidad de un 97.14 % a un 99.36 %, de igual manera aumento la confiabilidad de 54.62 horas a 61.22 horas. A diferencia de la investigación en mención, está evaluó la mantenibilidad el cual es un indicador que permite identificar la probabilidad de un equipo, cuando se presente una falla, sea reparado en un tiempo determinado; teniendo como resultado un incremento de 42.43% a un 76.44% luego de la implementación del sistema de gestión. Además, se basa en lo expresado por Cuatrecasas (2012), puesto que los indicadores de gestión de mantenimiento permiten observar el parámetro de avance en el cumplimiento de objetivos que proporcionan un medio sencillo y fiable para evaluar los resultados de una organización de desarrollo.
- El análisis de la frecuencia y fallas de las máquinas en relación al plan de mantenimiento, permitió identificar 17 modos de falla, de los cuales fueron: 9 fallas inaceptables (53%) y 8 fallas de reducción deseable (47%); luego de la implementación del sistema de gestión, se logró reducir a 14 modos de falla analizados en el presente año, obteniendo 7 fallas inaceptables (50%), 7 fallas de reducción deseable (50%), lo que representa una reducción de fallas del 18%. Mientras que en la investigación hecha por da Costa (2010), obtuvo como resultado: 26 fallas inaceptables (21.0%), 43 fallas de

reducción deseable (34.7%) y 55 fallas aceptables (44.3%). En ambos estudios se hizo uso del AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Fallas potenciales), puesto que es una metodología que tiene como objetivo identificar los modos de falla potenciales para luego evaluar de manera objetiva el indicio de causas, para así clasificar el orden potencial de deficiencias de producto y proceso, además se enfoca en la prevención y eliminación de problemas en el proceso (DOWN, 2008).

- El impacto financiero del sistema de gestión de mantenimiento preventivo dio como resultado en el indicador VAN un valor de S/. 964291.97 y un TIR de 54% mayor al ROE lo que expresa que las propuestas del plan preventivo son rentables sobre su inversión. Lo cual indica un costo beneficio del 44.77%. En cuanto a la investigación de Zavala (2015), obtuvo como resultado en su propuesta de implementación un ahorro del 58% en costos y pérdida de tiempo de envío de las factorías. Así mismo se basa en lo expresado por Court y otros (2009), puesto que el VAN y TIR son dos parámetros muy usados a la hora de calcular la viabilidad de un proyecto, además de tener en cuenta que el TIR es aquella tasa que el VAN sea mayor a cero, lo cual permite tomar la decisión de que se debe aceptar.

V. CONCLUSIONES

- La evaluación de la empresa Aldodiego & Co. permitió conocer la falta de documentación en cuanto a mantenimiento realizado en la empresa, así mismo que se ejecutaba en un 80% el mantenimiento correctivo lo cual conllevaba a altos costos de mantenimiento por corrección de fallas, de igual manera se pudo corroborar las insuficientes capacitaciones y la falta de inducción en el uso de las máquinas.
- Al realizar el análisis de criticidad de la empresa, se encontró 32 máquinas de las cuales el 13% de ellas eran críticas (waflera, procesadora de helado, horno pastelero y pasteurizador), 6% semi críticas (kitchen y congeladora), que posterior a la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo se redujo los niveles de criticidad a 2 máquinas semi críticas (waflera y procesadora de helado), determinándose que los niveles de control que fueron propuestos e implementados fueron eficientes.
- El plan de mantenimiento permitió la realización del análisis de indicadores en el cual el promedio de las maquinas críticas y semi críticas evaluadas, la confiabilidad en 73.15%, disponibilidad en 98.33% y la mantenibilidad en 42.43%; al aplicar la implementación del sistema de gestión de mantenimiento, los indicadores de las maquinas evaluadas en promedio aumentaron, es así que la confiabilidad aumentó a 82.3%, la disponibilidad a 99.43% y la mantenibilidad a 76.44%.
- La evaluación pertinente al análisis de modos y efectos de falla (AMEF) conllevó a identificar cuáles eran los modos de falla de cada una de las máquinas de las cuales, encontrándose 17. Tras la aplicación de las propuestas preventivas se logró disminuir los modos de falla a 14, es decir se redujo a un 18%.
- El impacto de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo en relación a los costos mantenimiento fueron positivos puesto que en el análisis financiero se obtuvo como valor de tasa interna de retorno (TIR) 54% mayor al ROE de Aldodiego & Co. S.R.L. y un valor actual neto proyectado de S/. 962187.33 soles, al ser un valor mayor a cero y comparándolo con el TIR se concluye que el proyecto es viable.

VI.

RECOMENDACIONES

- Evaluar paulatinamente el funcionamiento de la organización. Así mismo tener en cuenta un plan de capacitación no solo en el tema de mantenimiento (AMEF) si no en general puesto que hoy en día una empresa se mantiene y desarrolla en el mercado al tener un sistema de red entre sus áreas.
- Se recomienda a futuros ingenieros reuniones con la parte gerencial, para exponerles el plan de mantenimiento preventivo sustentada con la parte teórica, puesto que en las organizaciones de hoy en día generalmente solucionan el problema cuando ya se originó y no se previene.
- Ejecutar siempre las acciones correctivas que resultan del AMEF puesto que un cambio es general no por etapas. Previamente revisar el análisis de criticidad puesto que es primordial en la toma de decisiones.
- Cumplir el programa de mantenimiento realizado a un año, para así poder prevenir posibles modos de fallas potenciales, los cuales puedan retrasar la producción y aumentar los costos por ejercer el mantenimiento correctivo.
- Crear si lo fuera necesario otros formatos, puesto que evidencian las realidades en la organización. Así mismo mantener la información en tiempo real, al conllevar a tomar una decisión con un antecedente previo.
- Construir y actualizar constantemente un dashboard, puesto que es una organización estadístico dinámico y expresivo de la data de una organización.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A) LIBROS

- **A.M. del Castillo-Serpa, M.L. Brito-Ballina y E. Fraga-Guerra (2009)**
Análisis de criticidad personalizados. Ingeniería Mecánica. vol. 12. No.3, septiembre-diciembre de 2009, pág. 1-12. <http://www.ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/viewFile/72/395>
- **Boero, Carlos.** Mantenimiento Industrial. 2da edición. Córdoba, 2009.
- **Court M., Aching César y Aching Jorge (2009).** Matemáticas Financieras. 2009. Pags. 309 – 321. Argentina.
- **Diario El Sol del Cusco (Julio-2017).** La importancia del mantenimiento y su relación con el crecimiento empresarial. Opinión. G. Alcanzar, Onix, Building Company- Mantenimiento de infraestructura & Construcción.
- **Dounce Villanueva Enrique.** La Productividad en el Mantenimiento Industrial. 3era edición. México, 2009.
- **Down Michael, Irozowki Lawrence, Younis Hisman y otros (2008).** Análisis de Modos y Efectos de Fallas Potenciales 4ta Edición. Estados Unidos.
- **Duffuaa Raouf Dixon.** Sistema de Mantenimiento: planeación y Control. 1era edición. México, 2010
- **Mora Gutiérrez Alberto.** Mantenimiento planeación, ejecución y Control. 1era edición. México, 2009.
- **Salas Andrea (2015).** Mantenimiento General, UNEFA. Enero 20015, pág. 10-15.

B) TESIS

- **Castañeda, J. y Mino, K. (2016).** Plan de Mejora para reducir los costos en la gestión de mantenimiento de la empresa transportes Chiclayo S.A. Tesis pre-grado, Ingeniería Industrial. Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú.
- **Da Costa Martín (2010).** Aplicación del Mantenimiento centrado en la Confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción. Tesis pre-grado, Ingeniera Mecánica. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- **Escobedo Luisa; (2007).** “Diseño de un Programa de Mantenimiento para un Horno tipo Columpio para Panificación”; Instituto Politécnico Nacional (México).
- **Fuentes Zavala, Sebastián Moisés (2015).** “Propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo basado en los Indicadores De Overall Equipment Efficiency para la reducción de los Costos de Mantenimiento en la Empresa hilados Richard s S.A.C.”, Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo (Chiclayo).
- **Gálvez José y Silva Jose; (2015).** “Propuesta de Mejora en las Áreas de Producción y Logística para Reducir los Costos en la empresa Molino El Cortijo S.A.C.”; Universidad Privada del Norte (Trujillo).
- **Garcés Guerrero Maricela de Lourdes (2011).** “Optimización del mantenimiento preventivo en función del costo en la empresa “Bioalimentar Cia. Ltda.”, Universidad: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de Riobamba (Ecuador)
- **Garcia Edgar (2016)** “Implementación de una Plan de Mantenimiento Preventivo en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo para Mejorar la Disponibilidad de la Empresa UESFALIA ALIMENTOS S.A.”, Universidad Privada del Norte (Lima)

- **Marcano, C. (2012).** Implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento en productos EFE, S.A. Planta Chacao. Tesis pre-grado, Ingeniería Mecánica. Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Venezuela. Recuperado de <http://159.90.80.55/tesis/000156889.pdf>
- **Ricaldi, M. (2013).** Propuesta para la Mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento. Tesis pre-grado, Ingeniería Industrial. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- **Urbano, M. y Mideros, R. (2013).** Plan de Negocios para la apertura de una Heladería Artesanal cien por ciento italiana en la zona urbana de la ciudad de Pasto. Tesis de Licenciatura de Comercio Internacional y Mercadeo. Universidad de Nariño, Colombia. Recuperado de <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/85955.pdf>

C) LINKOGRAFIAS

- **Club de Mantenimiento como Unidad de Capacitación Aprobada.** Disponible en: <http://www.clubdemantenimiento.com/indicadores-de-mantenimiento-6a-parte/>)
- **Costos de Mantenimiento** <http://es.scribd.com/doc/44009115/Costos-de-Mantenimiento>
- **Guido Johann Alcázar Morales Guido Johann** Gerente General de Onix Building Company- Mantenimiento de infraestructura & Construcción. Disponible en: <http://www.diarioelsolcusco.pe/2017/07/08/la-importancia-del-mantenimiento-y-su-relacion-con-el-crecimiento-empresarial/>.
- **Herrera, M. y Duany, Y. (2016).** Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. Revista de Ingeniería Industrial, 37(1), 45- 51. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-

<http://files.mttogeneralunefa.webnode.com.ve/200000011-225ec23555/Clases%20Unidad%20I,%20II,%20%20III,%20IV%20y%20V.pdf>

- **Herrera Michael, Galán Michael.** Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Ing. Ind. vol.37 no.1 La 2016. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000100002
- **Parada de planta** <http://es.scribd.com/doc/78184429/parada-de-planta>

Tipos de costos de mantenimiento
<http://es.scribd.com/doc/76332625/20/Tipos-de-costos-de-mantenimiento>

V. ANEXOS

A. ANEXO DE TABLAS

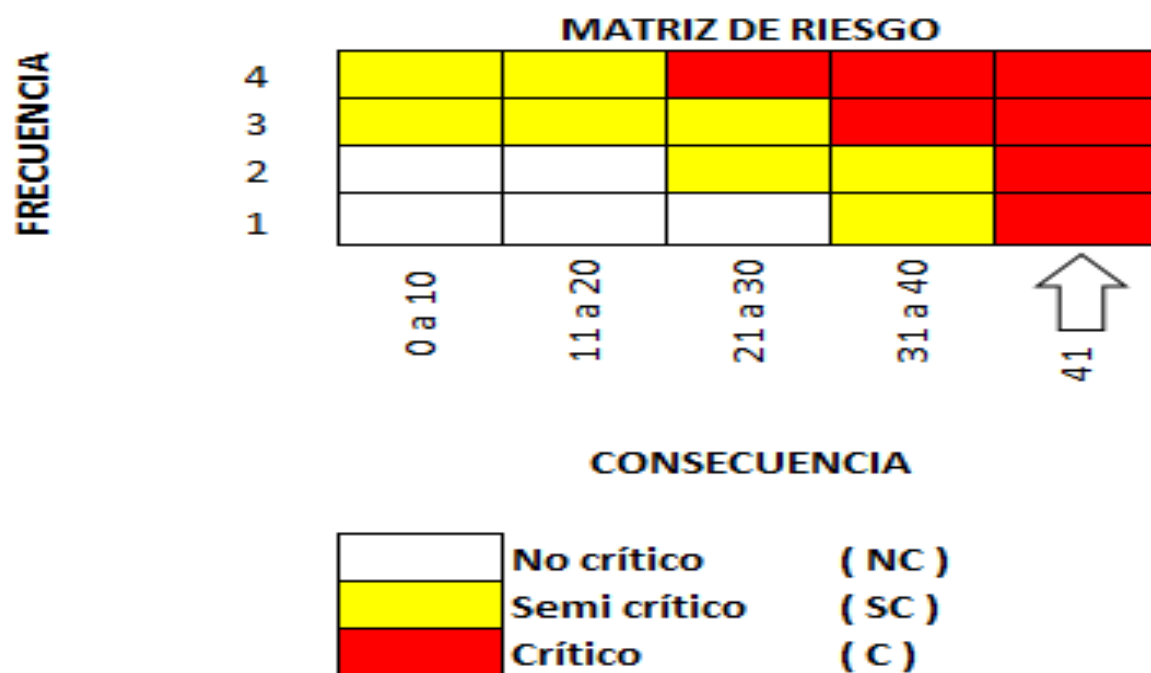


Figura 8: Matriz de Criticidad
Fuente: Castillo-Serpa y otros, 2009

Presentación de resultados

Planta - sistema o equipo	Consecuencia	Frecuencia	Nivel de criticidad

Figura 9: Análisis de Criticidad
Fuente: A.M. del Castillo-Serpa y otros, 2009

Tabla 73: Evaluación AMEF

Partel Funcion	Modo(s) Potencial(es) de Problema(s)	Efecto(s) Potencial(es) de Problema(s)	S e v	Causa(s) Potencial(es)	O c u	Diseño de controles	D e t	R P N	Accion(es) Recomendada(s)	Responsable y Fecha Objetivo	Resultados de las acciones				
											Accion(es) Tomada(s)	Nueva Sev	Nueva Ocu	Nueva Det	Nuevo RPN
Contención del líquido refrigerador. Conexión de la manguera. Llenado del líquido refrigerador.	Rotura/Grieta. Explosión. Flexión de la pared lateral. Mal sello. Poca retención de la manguera	Goteo	8	Sobrepresion	8	Validacion del ciclo de presion.	1	64	Prueba incluyendo prototipo y la validacion en la produccion.	J.P. Aguire 11/1/95 E. Eglin 8/1/96					
Escriba debajo cada Modo de Falla y efecto potencial.												Responsable de planear y hacer el seguimiento			
Severidad - Sobre una escala de 1-10, se evalua cada falla (10= la mas severa). Ver severidad												Numero Prioritario de Riesgo (RPN) - La combinacion del peso entre Severidad, Ocurencia, y Deteccion. RPN = Sev X Ocu X Det			
Deteccion - Examine el diseño corriente, luego, sobre una escala de 1-10, se evalua la deteccion de cada falla. (10 = la menos detectable). Ver Deteccion.															

Fuente: Bravo 2012

Tabla 74: Severidad AMEF

Efecto	Efecto de Severidad	Valor
Peligroso sin alerta	Valor de severidad muy alto cuando un modo de Problema potencial afecta la operación del sistema sin alerta	10
Peligroso con alerta	Valor de severidad muy alto cuando un modo de Problema potencial afecta la operación del sistema con alerta	9
Muy alto	Identificar modos de Problema potenciales y su impacto en la confiabilidad del proceso o actividad	8
Alto	Sistema inoperable con equipo dañado	7
Moderado	Sistema inoperable con daños menores	6
Bajo	Sistema inoperable sin daños	5
Muy bajo	Sistema operable con una significativa degradación de rendimiento	4
Menor	Sistema operable con una degradación de rendimiento	3
Muy menor	Sistema operable con mínima interferencia	2
Ninguno	No hay efectos	1

Fuente: Bravo 2012

Tabla 75: Ocurrencia AMEF

PROBABILIDAD de fallo	Prob. Fallo	VALOR
Muy alta : Problemas casi inevitables	>1 in 2	10
	1 in 3	9
Alta: Fallos repetitivos	Identificar modos de Problema potenciales y su impacto en la confiabilidad del proceso o actividad	8
	1 in 20	7
Moderadas: Problemas ocasionales	1 in 80	6
	1 in 400	5
	1 in 2,000	4
Baja: Pocas Problemas relativamente	1 in 15,000	3
	1 in 150,000	2
Remota: Problema inverosímil	<1 in 1,500,000	1

Fuente: Bravo 2012

Tabla 76: Detectabilidad AMEF

Detección	Probabilidad de la DETECCIÓN	Valor
Absoluta incertidumbre	El control del diseño no puede detectar una causa potencial/mecanismo y modo de fallo subsecuente	10
Muy remota	Muy remota la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos	9
Remota	Identificar modos de Problema potenciales y su impacto en la confiabilidad del proceso o actividad	8
Muy baja	Muy baja la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos	7
Baja	Baja la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	6
Moderada	Moderada la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos	5
Muy moderada	Muy moderada la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos	4
Alta	Alta la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	3
Muy alta	Muy alta la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos	2
Casi seguro	Control de diseño detectará causas potenciales/ mecanismos y modos de fallos subsecuentes	1

Fuente: Bravo 2012

B. ANEXO DE FIGURAS



Figura 11 Congeladora
Fuente: Aldodiego & Co.



Figura 10: Almacén de insumos
Fuente: Aldodiego & Co.



Figura 13: Área de producción
Fuente: Aldodiego & Co.



Figura 12: Kitchen Industrial
Fuente: Aldodiego & Co.



Figura 15: Bolts Kitchen
Fuente: Aldodiego & Co.



Figura 14: Área de producción
Fuente: Aldodiego & Co.



Figura 17: Área de producción
Fuente: Aldodiego & Co.



Figura 16: Maquinas Wafleras
Fuente: Aldodiego & Co.



Figura 18: Abatidor de frio
Fuente: Aldodiego & Co.



Figura 19: Catarata de agua
Fuente: Aldodiego & Co.



Figura 20: Procesadora de helado
Fuente: Aldodiego & Co.



Figura 21: Horno Pastelero
Fuente: Aldodiego & Co.



*Figura 22: Pasteurizador
Fuente: Aldodiego & Co.*

C. ANEXO DE INSTRUMENTOS

ANEXO 1: Cuestionario de evaluación directivos

Encuesta

Objetivo: Percibir el estado presente del mantenimiento en la empresa ALDODIEGO & CO.

Nombre de encuestado:

Fecha:

Instrucción: Marque la respuesta con total sinceridad.

1. Pueden visitar sus instalaciones y llevarse una excelente impresión de sus instalaciones y estado de las máquinas y equipos.
a. siempre b. casi siempre c. algunas veces d. casi nunca
e. nunca
2. El personal del área es veloz y eficiente en la resolución de fallas y evitan que se vuelvan a generar
a. siempre b. casi siempre c. algunas veces d. casi nunca
e. nunca
3. Existe buena comunicación entre los colaboradores, lo cual permite analizar y resolver el inicio de las causas suscitadas para así eludir la recurrencia
a. siempre b. casi siempre c. algunas veces d. casi nunca
e. nunca
4. En caso de mantenimiento correctivo, se cuenta con los repuestos necesarios para disminuir perdidas al mínimo
a. siempre b. casi siempre c. algunas veces d. casi nunca
e. nunca
5. Al terminar un servicio de mantenimiento, los encargados dejan su área ordenada y equipos en operación.
a. siempre b. casi siempre c. algunas veces d. casi nunca
e. nunca
6. Los técnicos del área de mantenimiento, tienen buen trato con los demás
a. siempre b. casi siempre c. algunas veces d. casi nunca
e. nunca

7. Los empleados de la empresa, tienen libre acceso a los registros y documentos del área de mantenimiento
- a. siempre b. casi siempre c. algunas veces d. casi nunca
e. nunca
8. Se tiene algún Software de mantenimiento que permita ver en tiempo real las actividades realizadas a diario
- a. siempre b. casi siempre c. algunas veces d. casi nunca
e. nunca
9. El 80% del tiempo, el personal ejerce mantenimiento preventivo, mientras que el 20% aplica solo fallos emergentes
- a. siempre b. casi siempre c. algunas veces d. casi nunca
e. nunca
10. Los mantenimientos hechos, se encuentran documentados, para así tener un registro de fallas e información actual y relevante
- a. siempre b. casi siempre c. algunas veces d. casi nunca
e. nunca
11. Los encargados del área al ejecutar un oficio, están capacitados y tienen los instrumentos adecuados.
- a. siempre b. casi siempre c. algunas veces d. casi nunca
e. nunca

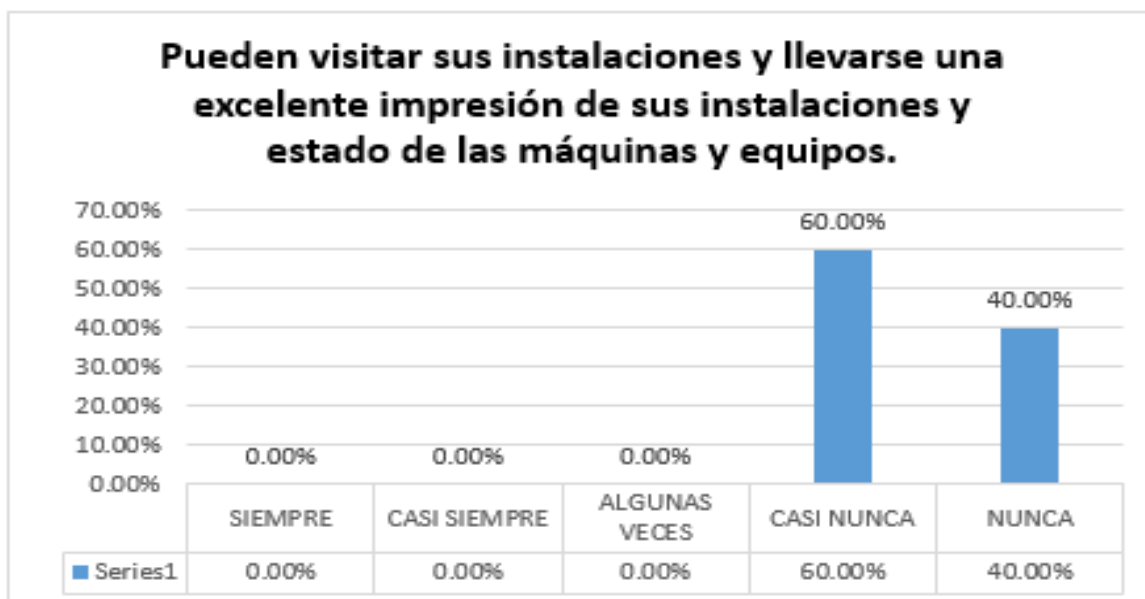


Figura 23: Pueden visitar sus instalaciones y llevarse una excelente impresión de sus instalaciones, estado de las máquinas y equipos

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 20, se observa que casi nunca (60%), personas ajenas a la empresa no pueden visitar las instalaciones del área de producción, esto es porque sus recetas y procesos son guardados con mucho cuidado.

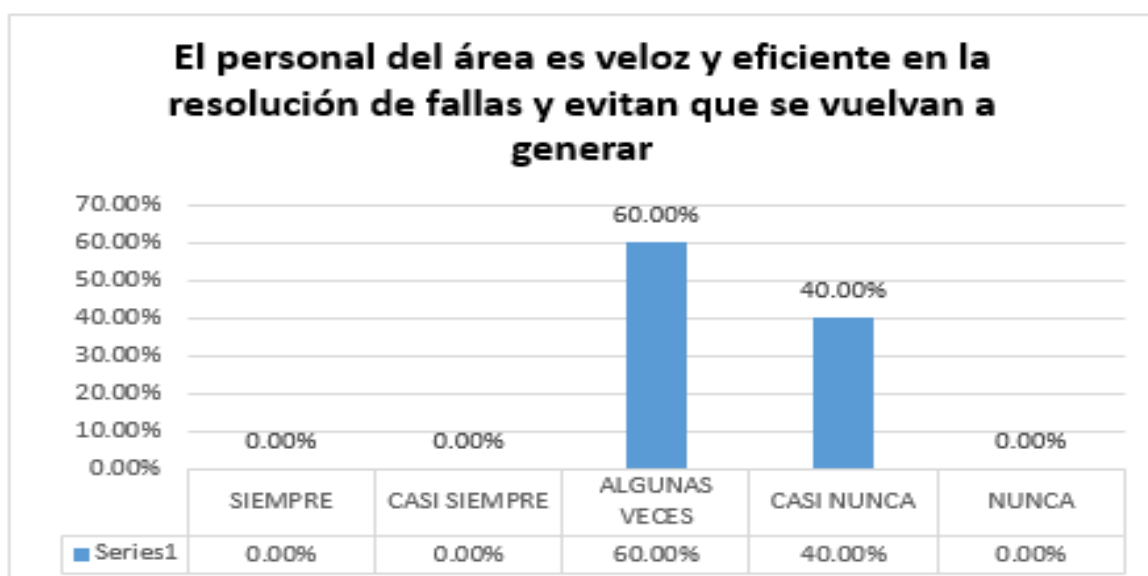


Figura 24: El personal del área es veloz, eficiente en la resolución de fallasy evitan que se vuelevan a generar

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 21, se observa que el personal del área de mantenimiento no es muy eficiente en la resolución de fallas, esto se da por que aplican el mantenimiento correctivo, además no cuentan con los repuestos necesarios porque sus máquinas son importadas del extranjero, por lo que no previenen y al pedirlos estos demoran en llegar.

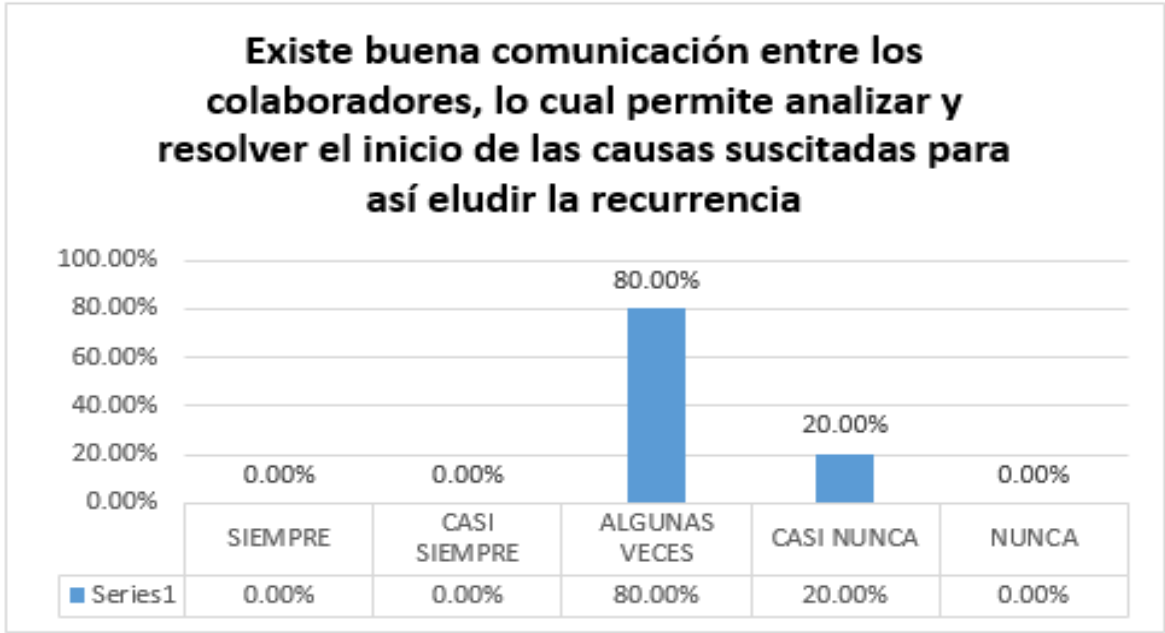


Figura 25: Existe buena comunicación entre los colaboradores, lo cual permite analizar y resolver el inicio de las causas suscitadas para así eludir la recurrencia

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 22, se observa que no existe una buena comunicación de los trabajadores, algunas veces (80%), no comunican cuando se origina alguna falla o aportan alguna idea para poder solucionarla y evitar que caiga en la recurrencia.

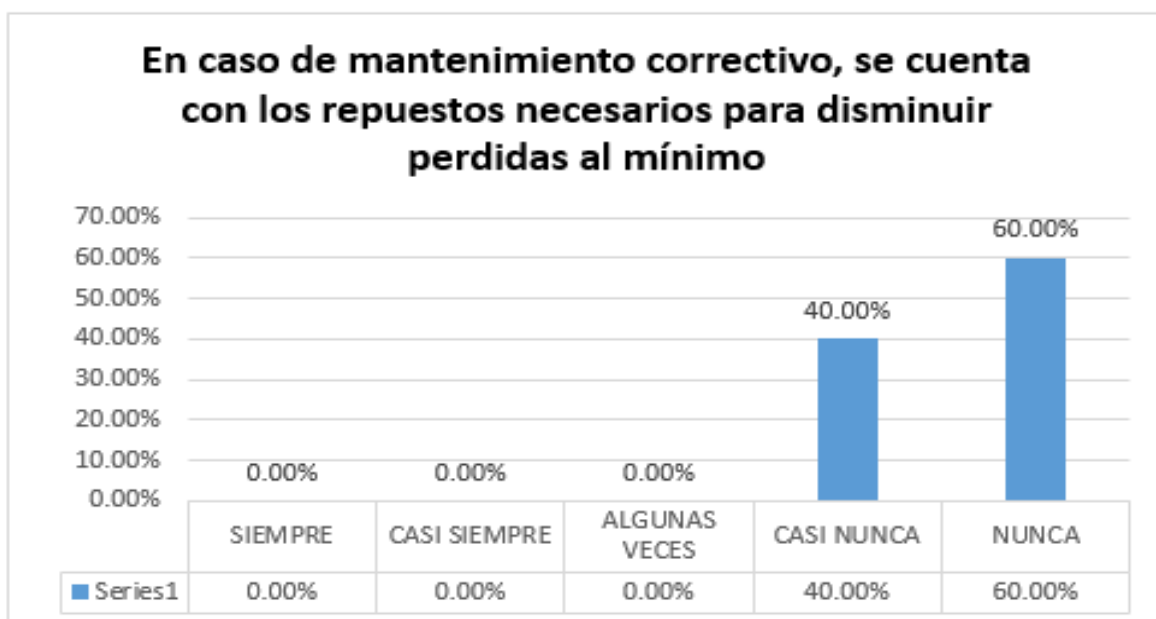


Figura 26: En caso de mantenimiento correctivo, se cuenta con los repuestos necesarios para disminuir pérdidas al mínimo

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 23, se aprecia que no cuentan con los repuestos necesarios para poder aplicar mantenimiento correctivo en caso alguna falla se suscite en las máquinas, según los resultados mostrados indica que nunca (60%) cuenta con los repuestos necesarios. Esto se da porque en gran parte las maquinas son adquiridas del extranjero, lo que dificulta tener los repuestos que estas necesitan en caso de alguna falla.

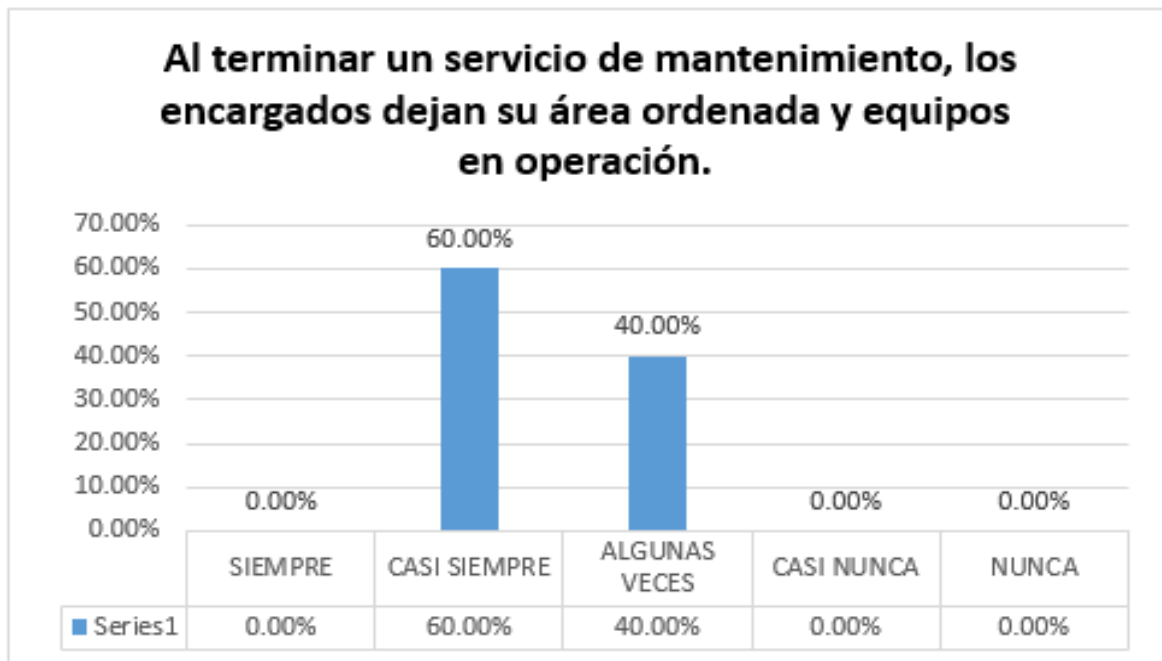


Figura 27: Al terminar un servicio de mantenimiento, los encargados dejan su área ordenada y equipos en operación.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 24, indica que los encargados de ejecutar el mantenimiento correctivo, no siempre (60%), dejan su área ordenada, así mismo no dejan las máquinas totalmente operativas.

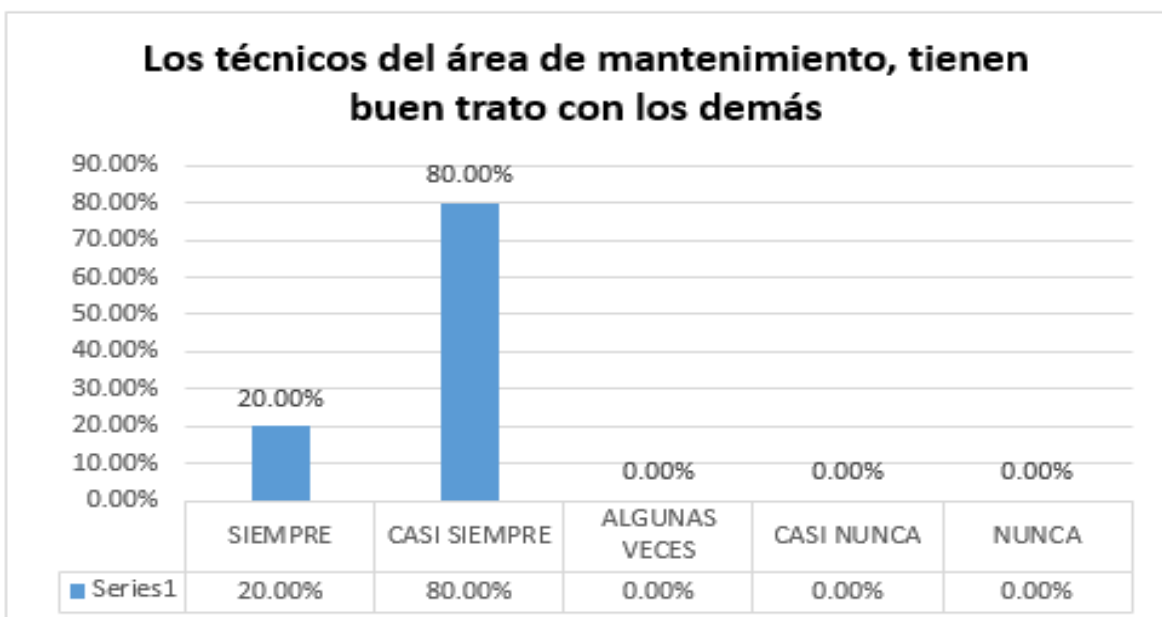


Figura 28: Los técnicos del área de mantenimiento, tienen buen trato con los demás

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 25, se observa que existe una buena relación con los trabajadores (80% casi siempre), esto indica que en la empresa existen valores como el respeto y la amistad. Un indicio de un buen clima laboral.

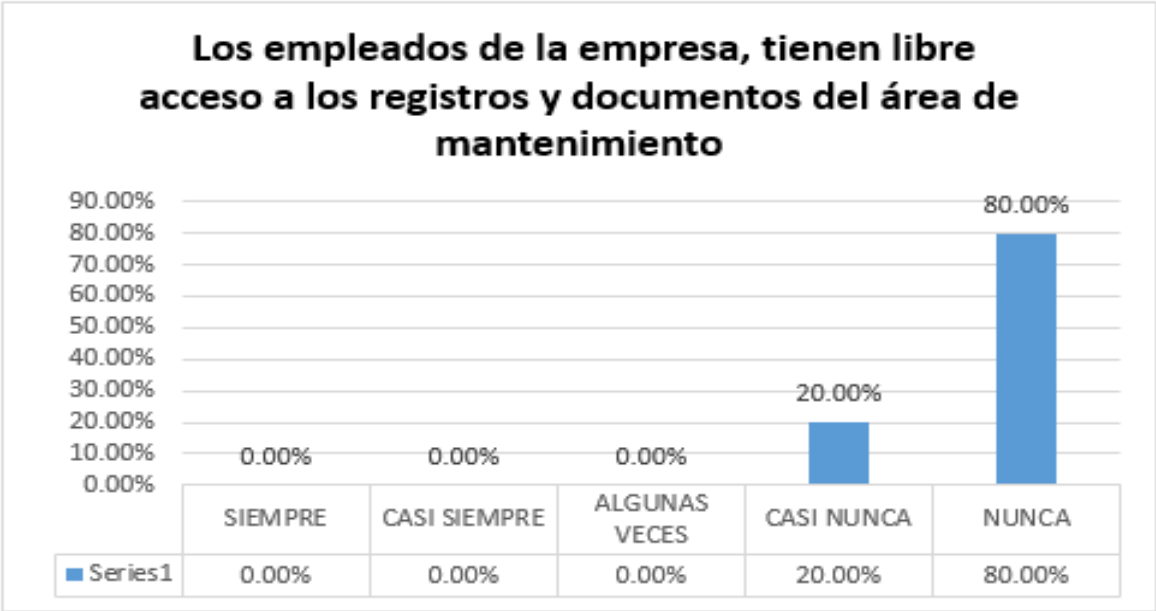


Figura 29: Los empleados de la empresa, tienen libre acceso a los registros y documentos del área de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 26, los empleados no tiene libre acceso a los registros y documentos del área de mantenimiento, esto es porque no tienen (80% nunca), registros de sus mantenimiento realizados.

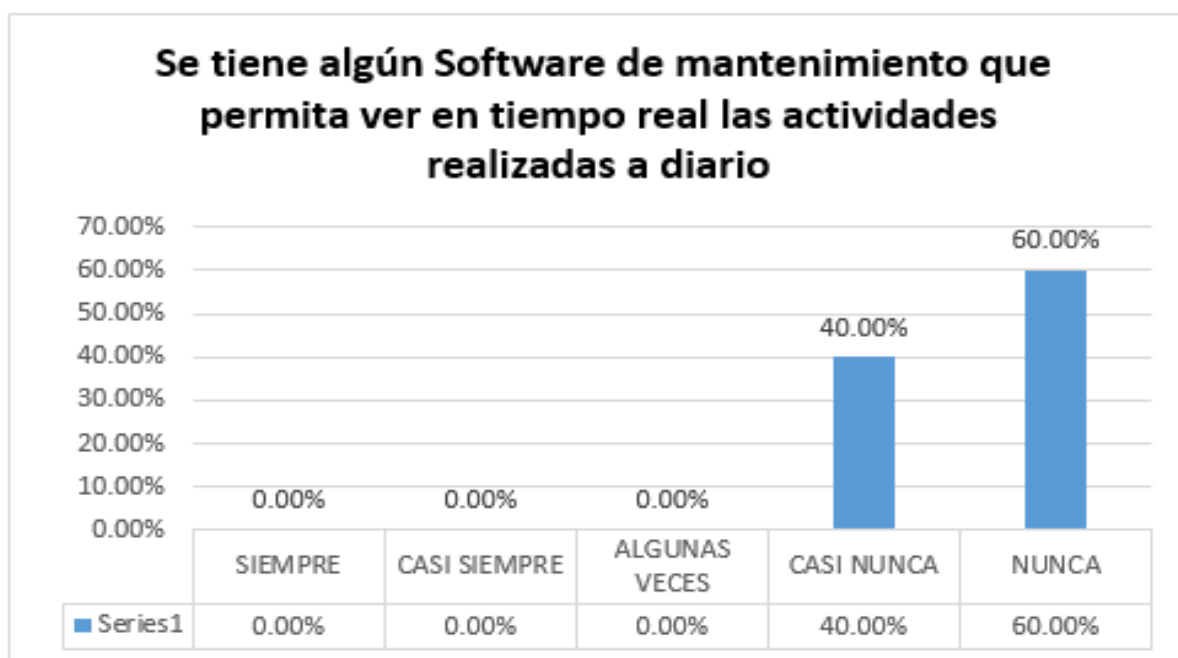


Figura 30: Se tiene algún Software de mantenimiento que permita ver en tiempo real las actividades realizadas a diario

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 27, se observa que no se cuenta con ningún software de mantenimiento, nunca (60%) la empresa ha tenido uno, lo que si trataron fue de tener una base datos, pero no encontraron a la persona indicada para hacerlo. Por lo tanto no se puede ver en tiempo real alguna anomalía que pueda suceder en el proceso.

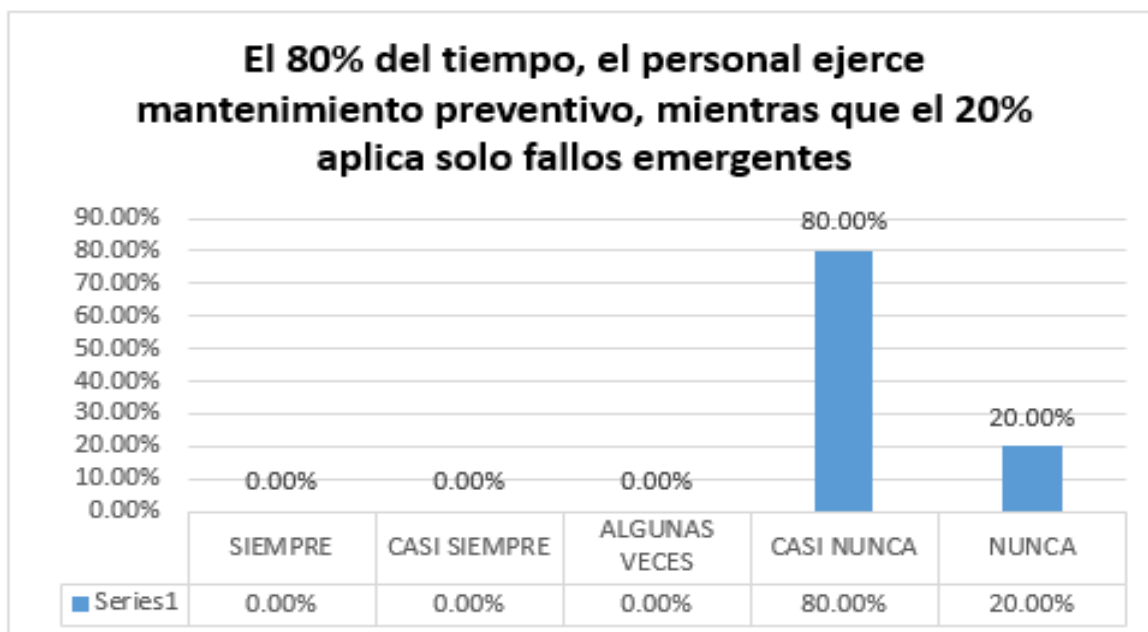


Figura 31: El 80% del tiempo, el personal ejerce mantenimiento preventivo, mientras que el 20% aplica solo fallos emergentes

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 28, se observa que la empresa casi nunca ejecuta el mantenimiento preventivo (80%), lo que ejecuta es el mantenimiento correctivo, esto genera a la empresa altos costos de mantenimiento, paradas imprevistas y retraso en la producción.

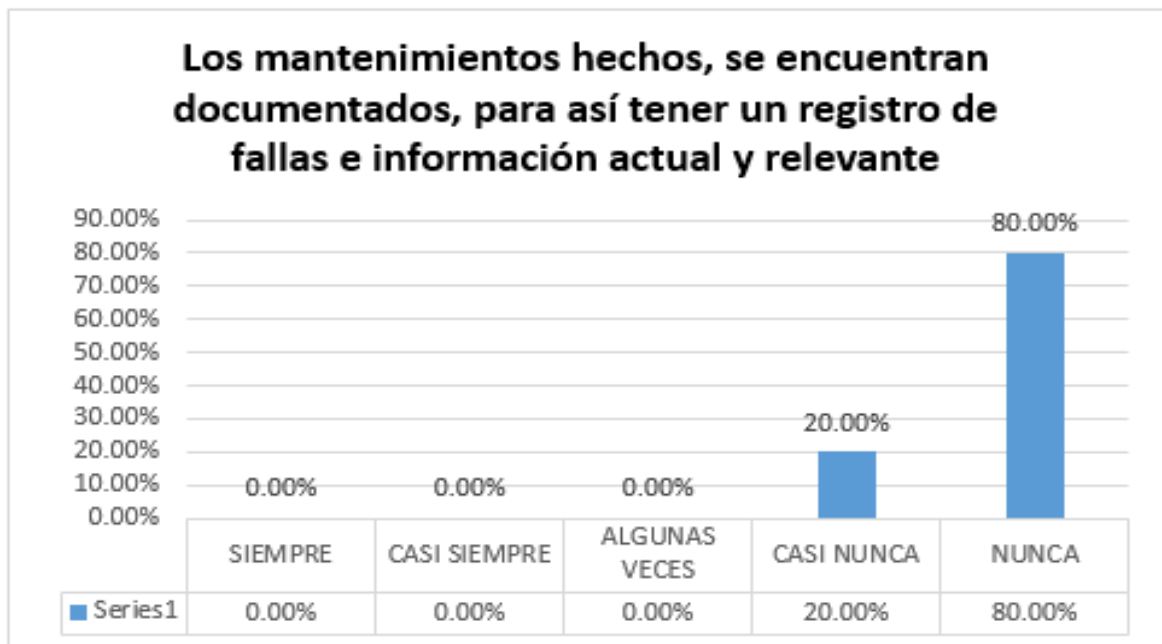


Figura 32: Los mantenimiento hechos, se encuentran documentados, para así tener un registro de fallas e información actual y relevante.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 29, se observa que nunca (80%) la empresa tiene documentados los registros de fallas, solo tienen datos de los costos de mantenimiento correctivo realizados a las máquinas cuando se originaron fallas, pero solo de algunos no de todos los realizados.

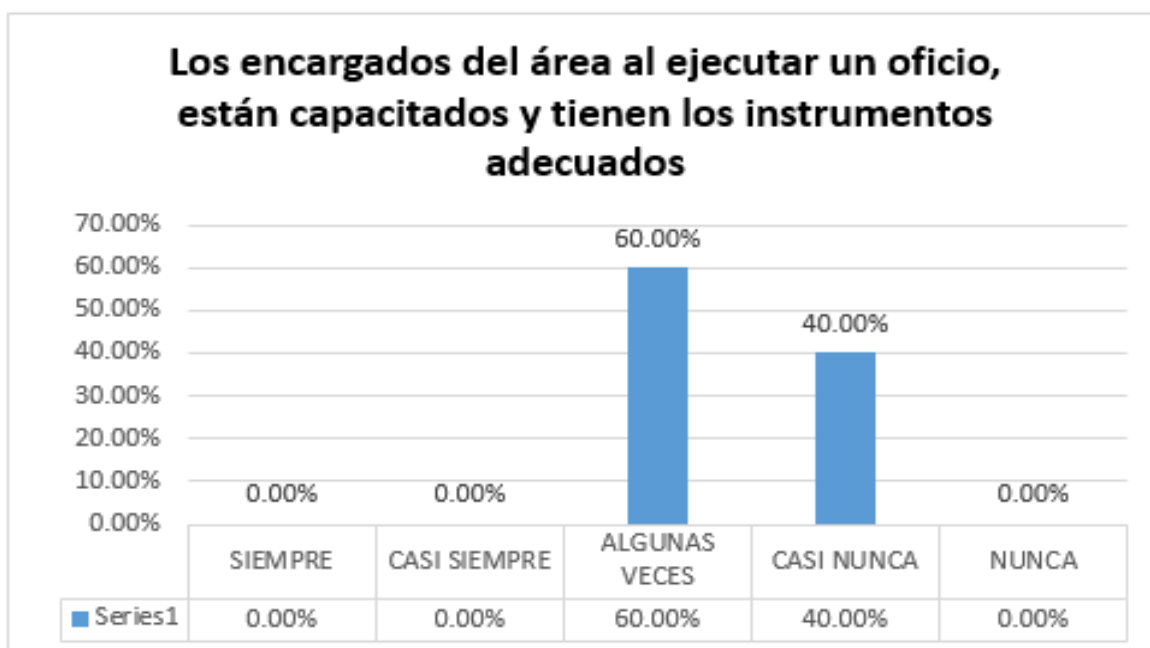


Figura 33: Los encargados de área al ejecutar un oficio, están capacitados y tienen los instrumentos adecuados

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

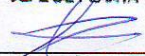
En la figura N° 30, se observa que los encargados del área no se encuentran totalmente capacitados (60%) para poder corregir las fallas en las máquinas o equipos de la empresa, es por eso que en caso no puedan resolver algún defecto, la empresa contrata personal externo para poder darle solución, lo cual aumenta los costos de mantenimiento.

Validación de instrumentos de evaluación

CARTA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Yo, Miguel Vasquez Ortiz identificado con el DNI n° 27560686, por medio de la presente carta hago constar que he leído y evaluado el instrumento de recolección de datos correspondientes al proyecto de tesis titulada: "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA ALDODIEGO & CO SRL, 2017" presentado por el alumno Vargas Yovera Yitshak, identificado con el DNI n° 71510438, el cual apruebo en calidad de validador por mi grado de instrucción y experiencia en cuanto a la prevención de mantenimiento.


Estudiante
DNI: 71510438

COSTA GAS TRUJILLO S.A.C.
Ing. Miguel Vasquez Ortiz
JEFE DE PLANTA

Experto
DNI: 27560686

ANEXO 2: Cuestionario de evaluación trabajadores

CX: Entrevista de evaluación de conocimiento de los colaboradores en relación al mantenimiento de las maquinas

Guía de Entrevista

Objetivo: evaluar y conocer el nivel de conocimiento de los colaboradores de ALDO Y DIEGO en relación al mantenimiento de las maquinas

Nombre de colaborador:

Fecha:

1. Tiene conocimientos de mantenimiento.

a. sí b. no

2. Ha trabajado en organizaciones con presencia de máquinas

a. siempre b. casi siempre c. algunas veces d. casi nunca
e. nunca

3. Recibe capacitaciones relacionadas a mantenimiento de máquinas

a. siempre b. casi siempre c. algunas veces d. casi nunca
e. nunca

4. Cuantas capacitaciones recibe al año

a. 1 al año b. 2 al año c. 3 al año d. 4 al año

5. Cuantos idiomas maneja

a. 1 idioma b. 2 idiomas c. 3 idiomas d. Nativo

6. Tiene conocimientos en temas de seguridad básica

a. sí b. no

7. Cuenta con la capacidad de brindar primeros auxilios.

- a. sí b. no

8. Recibe una inducción del uso de las maquinas existentes en Aldo y Diego

- a. siempre b. casi siempre c. algunas veces d. casi nunca
e. nunca

9. Recibe y leyó el manual de instrucciones de las maquinas existentes en Aldo y Diego

- a. siempre b. casi siempre c. algunas veces d. casi nunca
e. nunca

10. Tiene algún conocimiento de cómo actuar en caso de falla fortuita

- a. sí b. no

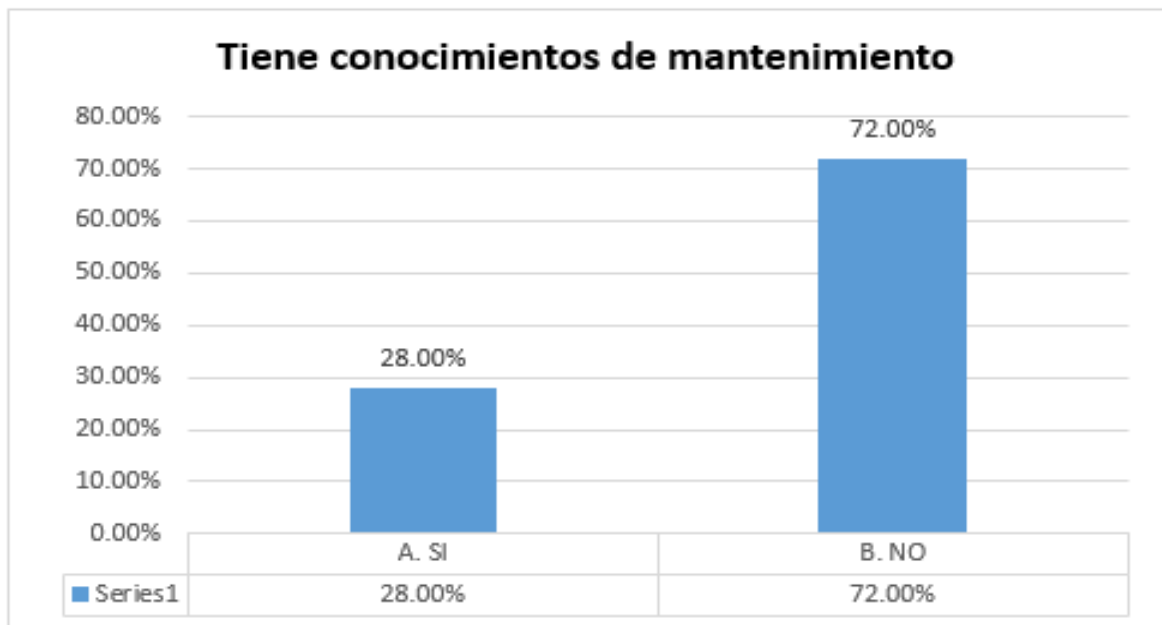


Figura 35: Tiene conocimientos de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 19 se observa que el 28% de los colaboradores del área de producción si tienen conocimiento de mantenimiento, mientras que el 72% no lo tiene. Lo que indica que es necesario un plan de capacitación con el fin de tener una mejora en el tiempo de retraso y reducción de costos.

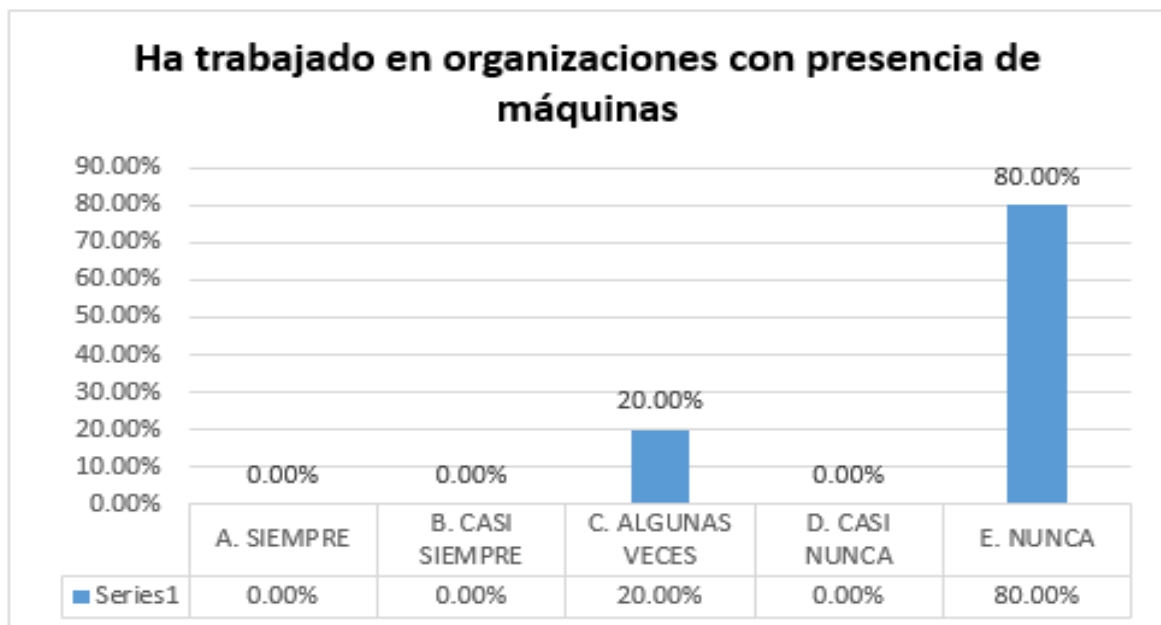


Figura 34: Ha trabajado en organizaciones con presencia de máquinas

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 31, se observa que el 80% de trabajadores, nunca ha trabajado en organizaciones con presencia de máquinas, esto es porque muchos de ellos son personal sin experiencia, o que ha laborado en empresas diferentes al rubro,

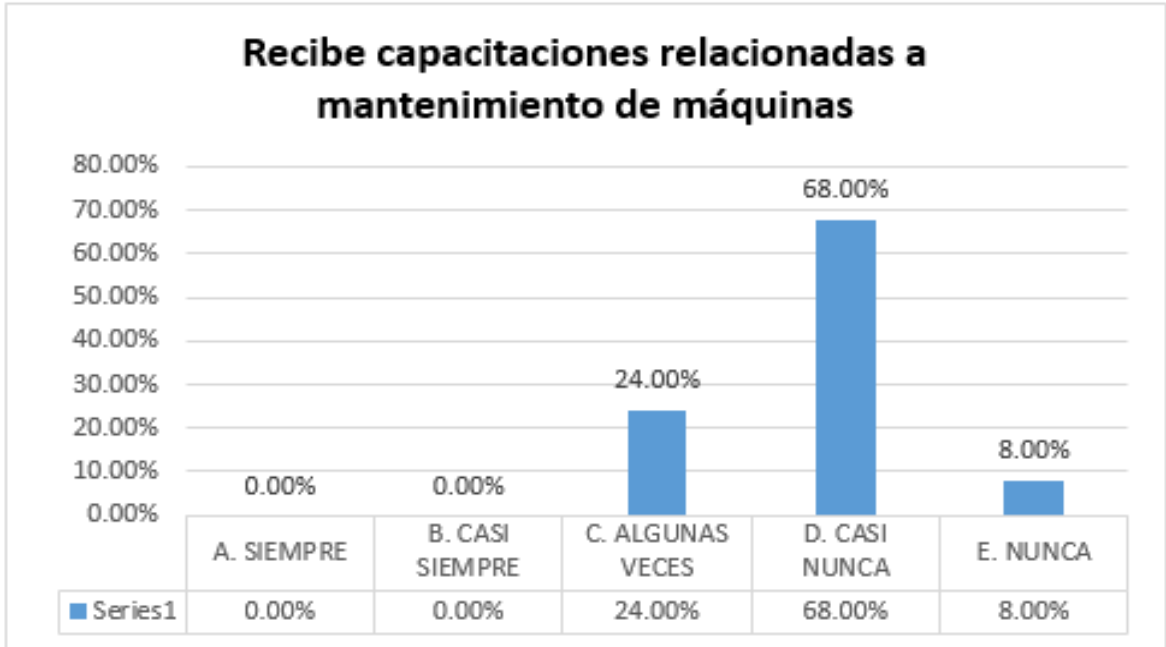


Figura 36: Recibe capacitaciones relacionadas a mantenimiento de máquinas
Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura 33 se observa que los trabajadores de la empresa, no tiene capacitados a sus trabajadores en cuanto a mantenimiento se refiere con un 68%, nos indica que casi nunca reciben capacitaciones, cuando lo recomendable seria que les puedan brindar al menos 4 capacitaciones al año.

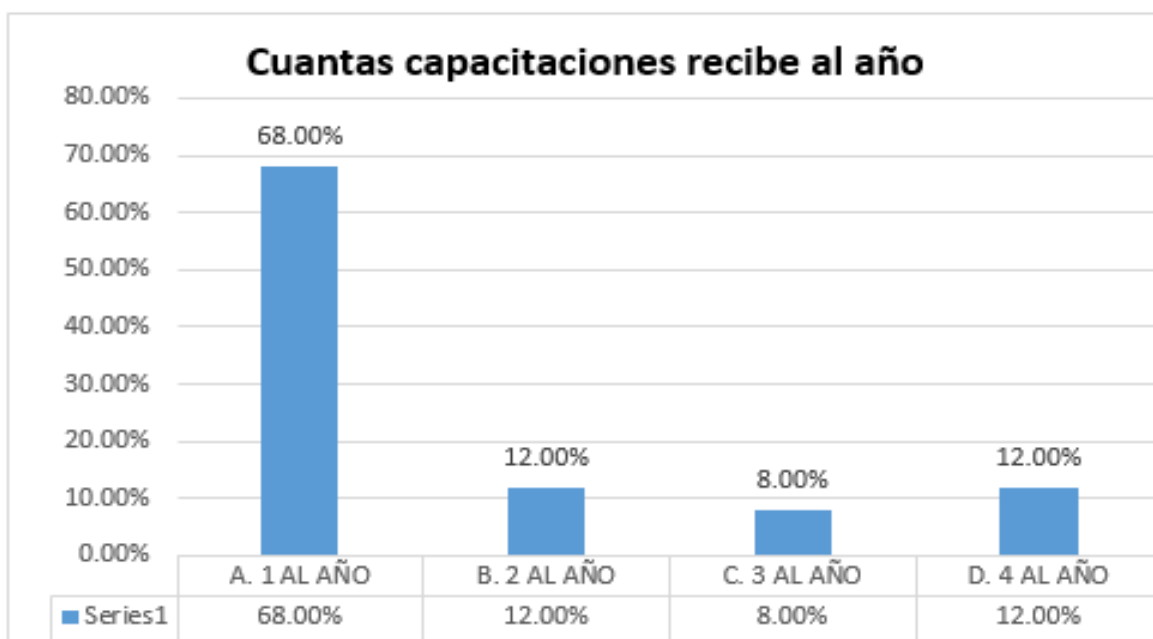


Figura 37: Cuántas capacitaciones recibe al año

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 34, se observa las insuficientes capacitaciones que recibe el personal en cuanto al uso de la maquinaria 68% solo recibe una capacitación al año, cuando lo recomendable es mínimo 4 capacitaciones.

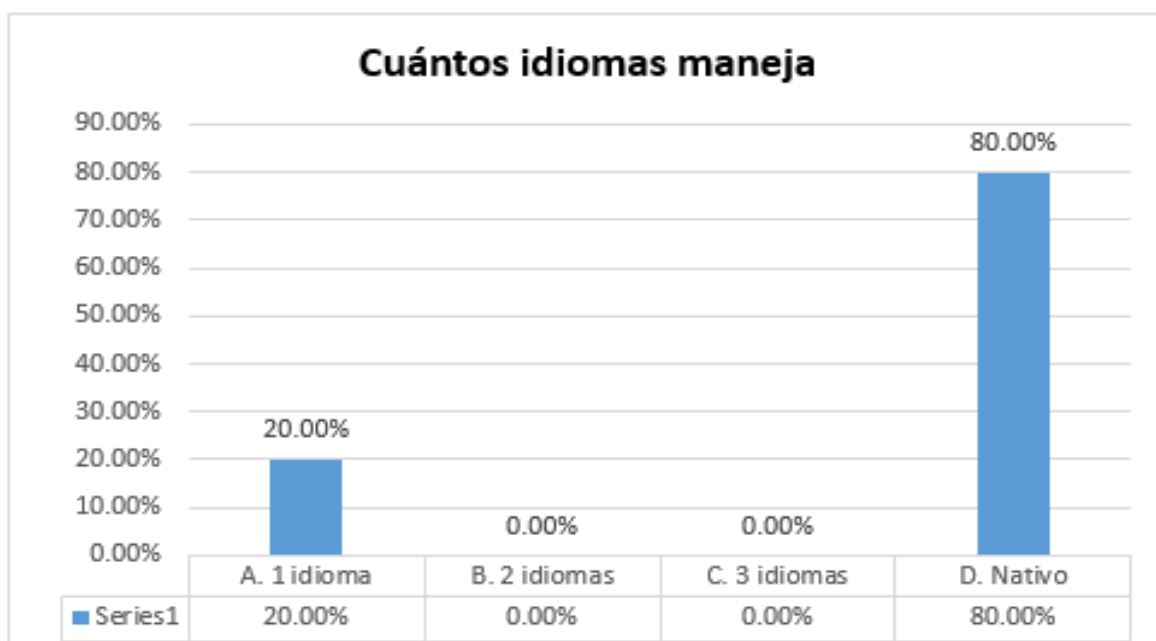


Figura 38: Cuántos idiomas maneja

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 35, se aprecia que solo el 20%del personal domina un idioma extranjero siendo este el inglés, es importante dominar este idioma dado que permite una mejor interpretación de las indicaciones que puedan venir de las maquinas importadas.

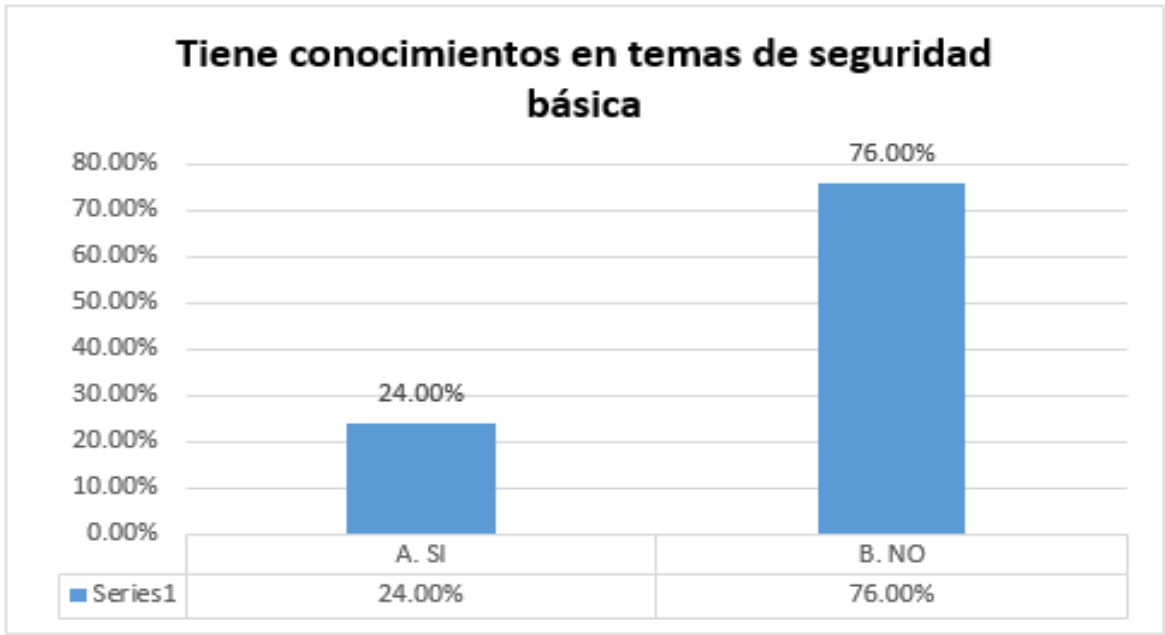


Figura 39: Tiene conocimientos en temas de seguridad básica
Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En el grafico N° 36, se observa que el 76% del personal no tiene conocimientos acerca de seguridad, este tema es importante porque dando una charla de 5 minutos antes de las operaciones, ayuda al personal a tener mayor cuidado al momento de manipular las máquinas para así poder evitar accidentes.

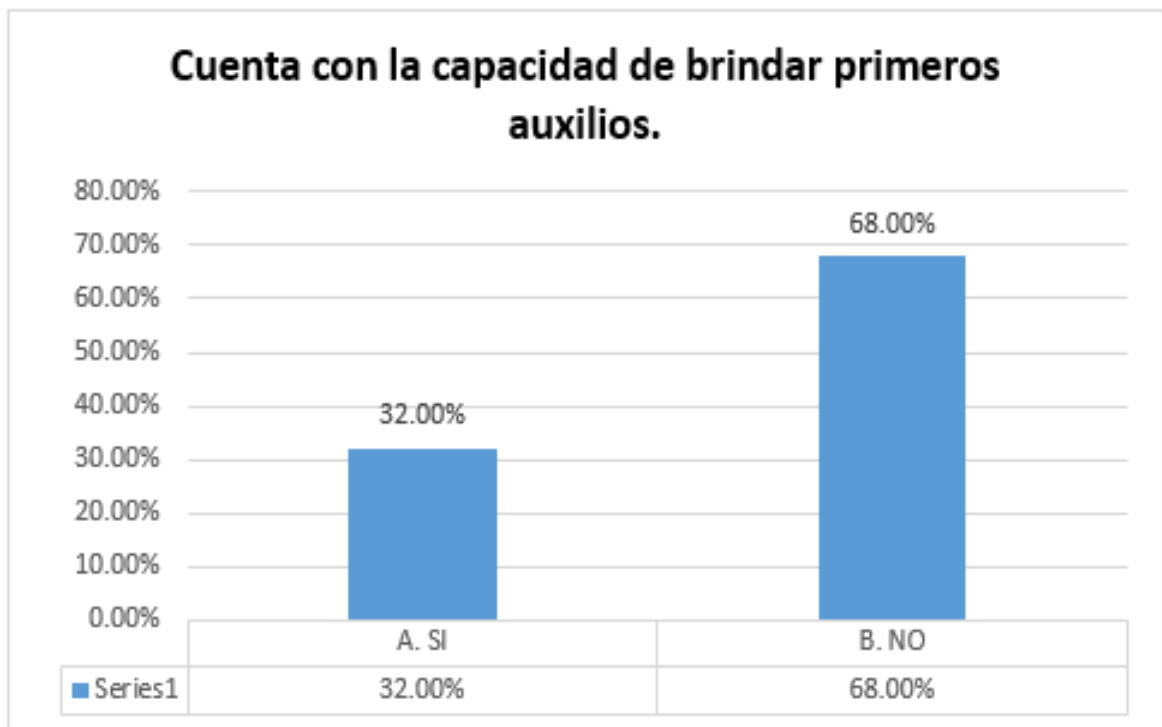


Figura 40: Cuenta con la capacidad de brindar primeros auxilios.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 37, se observa que el 68% de los empleados no cuentan con la capacidad de brindar primeros auxilios, por lo que a los empleados les hace falta un curso o capacitación en primeros auxilios, esto para saber cómo actuar en caso de algún accidente.

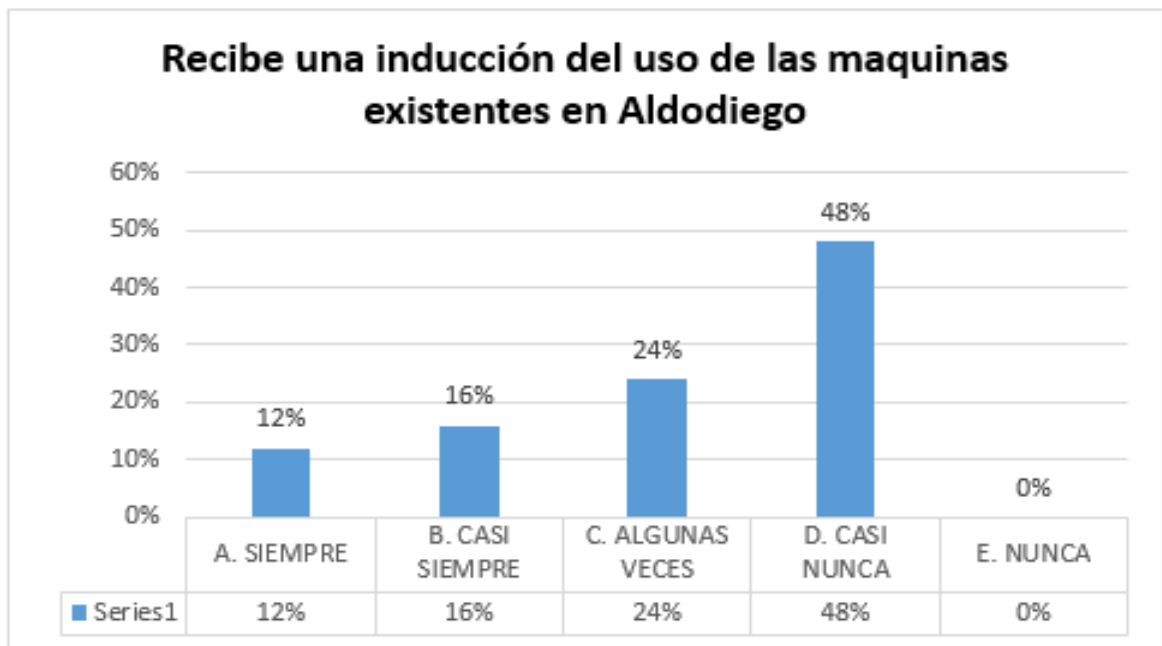


Figura 41: Recibe una inducción del uso de las máquinas existentes en Aldodiego
Fuente Elaboración propia

Interpretación

La figura N° 38 indica que el 48% del personal casi nunca ha recibido una inducción del uso de las máquinas, lo cual origina un mal uso de estas y por lo tanto se produzca una falla inesperada.

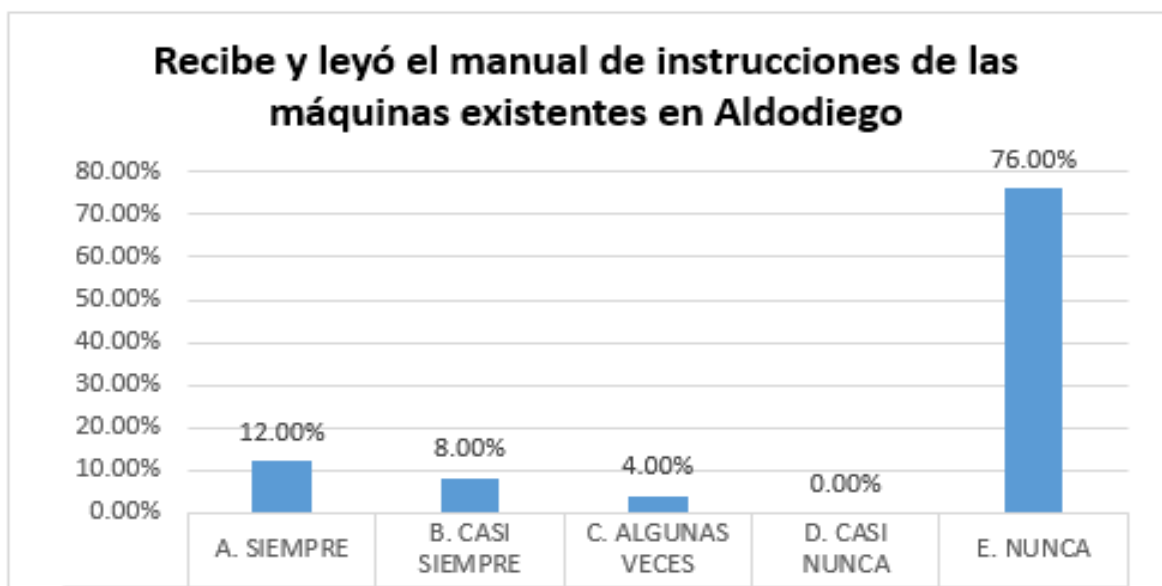


Figura 42: Recibe y leyó el manual de instrucciones de las máquinas existentes en Aldodiego

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 39 se observa que en 76% de los trabajadores, no reciben, ni leen el manual de instrucciones del funcionamiento de las máquinas, esto debido a que los manuales solo los leen el jefe de producción y el gerente.

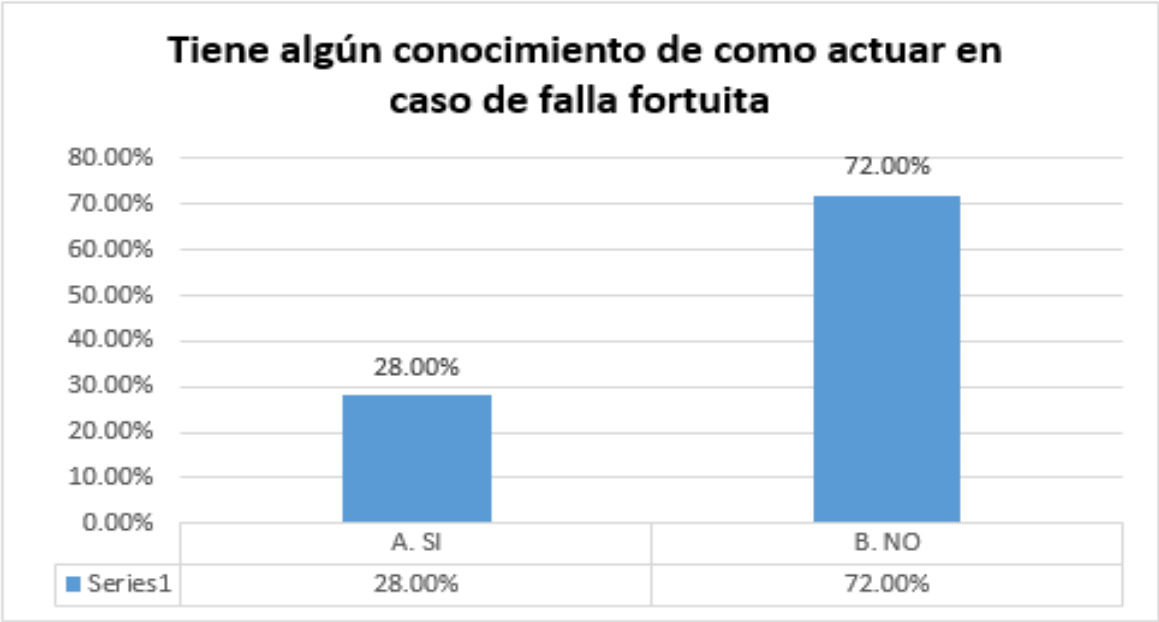


Figura 43: Tiene algún conocimiento de cómo actuar en caso de falla fortuita
Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la figura N° 40 los resultados indican que el 72% de los trabajadores no saben cómo actuar en caso de alguna falla fortuita ocurra durante las operaciones

Validación de instrumento de evaluación

CARTA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Yo, Huayancy Figueroa Zana Martha identificado con el DNI n° 31615783, por medio de la presente carta hago constar que he leído y evaluado el instrumento de recolección de datos correspondientes al proyecto de tesis titulada: "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA ALDODIEGO & CO SRL, 2017" presentado por el alumno Vargas Yovera Yitshak, identificado con el DNI n° 71510438, el cual apruebo en calidad de validador por mi grado de instrucción y experiencia en cuanto a la prevención de mantenimiento.

[Firma]
Estudiante
DNI: 71510438

GRAPHIC Z PRO
RUC: 10316153837

[Firma]
Zana Martha Huayancy L. :.era
GERENTE ADMINISTRATIVO

Experto
DNI: 31615783

ANEXO 3: Análisis de criticidad

Los equipos en el área de producción, no todos tienen la misma función e importancia, considerando de igual manera que los recursos de toda empresa siempre son limitados, por lo cual es necesario tener una buena administración de los recursos y priorizar los equipos, máquinas con mayor influencia en la actividad.

Para el desarrollo del primer objetivo, se va a aplicar un análisis de criticidad, el cual va a permitir evaluar la situación actual de mantenimiento a la empresa ALDODIEGO & CO.

Por lo cual el análisis de criticidad se encarga de jerarquizar las máquinas y equipos en tres categorías o grupos distintos.

Categoría A: También llamados equipos críticos, son aquellos que afectan directamente a la productividad de la empresa, eleva costos por paradas imprevistas y un mal funcionamiento de las máquinas; lo cual afectara a la calidad del producto.

Categoría B: Llamados importantes, son aquellas máquinas cuyas paradas imprevistas o mal funcionamiento de equipos afectan a la empresa económicamente financierables.

Categoría C: De igual forma llamados prescindibles, son aquellos que no afectan significativamente a la empresa en su productividad, únicamente genera un leve sobre costo, alguna incomodidad o pequeño retraso en sus actividades.

Se puede decir que un análisis de criticidad es un tema de relevancia en el desarrollo de un SGM (Sistema de Gestión de Mantenimiento), pues en base a ello se podrá planificar las estrategias para la mejora y conservación de cada máquina o equipo (A.M. del Castillo-Serpa y otros, 2009).

ANEXO 4: Etapas de la Gestión de Mantenimiento

a) Planificación:

Es la base que permite ejecutar las acciones de mantenimiento, la cual se realiza a través de la jerarquización de estrategias, políticas, programas, presupuestos entre otros. El cual permitirá determinar los objetivos y recursos a utilizar para así cumplir con el tiempo de utilización de los equipos. (SALAS, 2015)

Procedimientos que pertenecen al proceso de mantenimiento

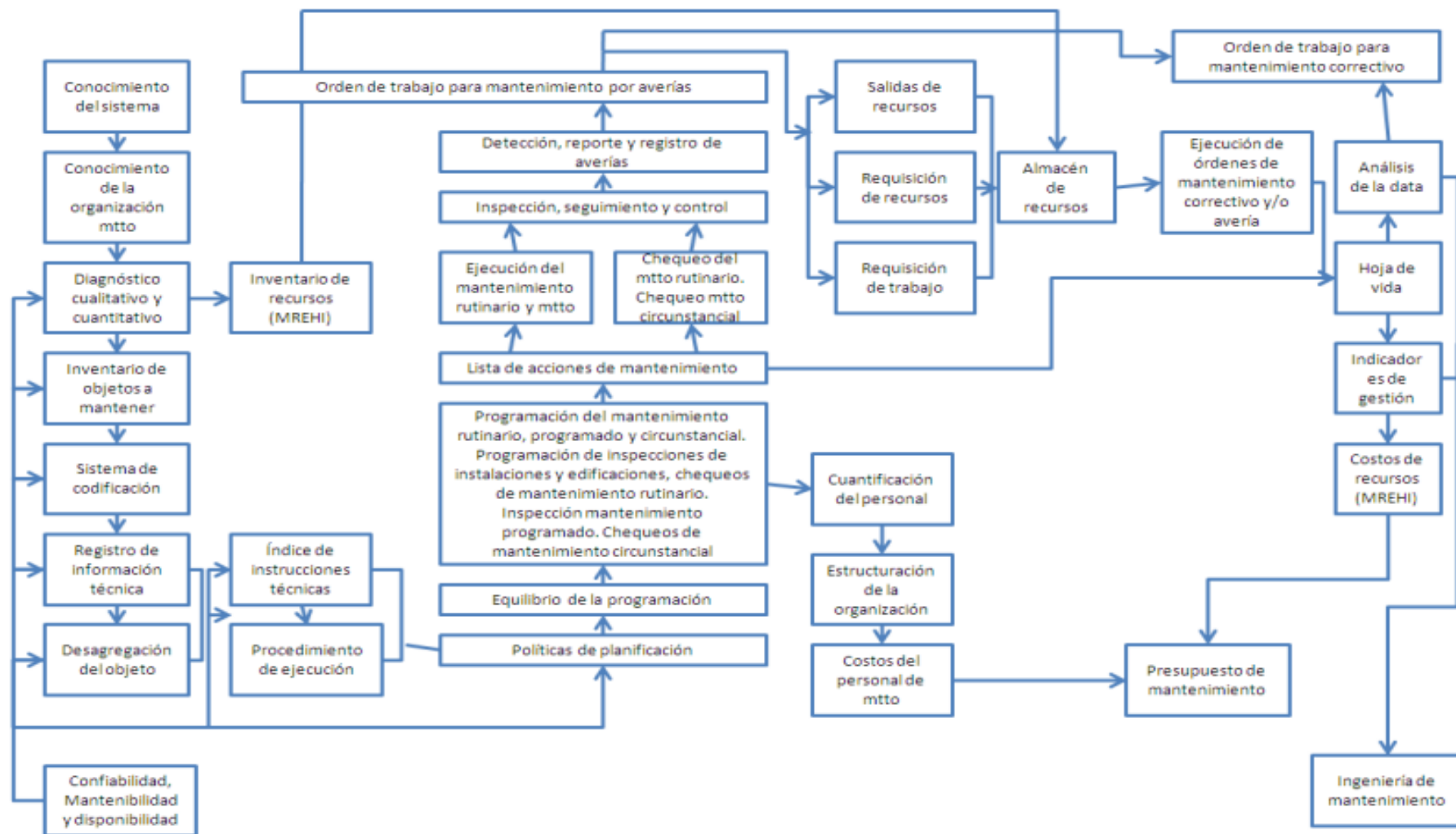


Figura 44: Etapas de la gestión del mantenimiento

Fuente: Salas, Andrea 2015

b) Programación:

Se vincula con la hora y momento establecido de los grados de labores proyectados para lograr un uso eficaz de los recursos. Se debe tener en cuenta que para programar un mantenimiento los programas deben basarse en lo que pueda ocurrir, tener en cuenta la necesidad de ejecutar modificaciones en las actividades en caso sea necesario de igual forma se deben establecer plazos de entrega a tiempo teniendo todo documentado. Los costos de mantenimiento deben ser bajos para aumentar la productividad.

Al programar se debe considerar la clasificación de prioridades de trabajos en función de criticidad, de igual manera tener las herramientas necesarias para no re programarse y no retrasar los periodos.

El mantenimiento puede programarse en 3 grados distintos: 1) A largo plazo, el cual cubre un periodo de 3 meses, 2) Ejecución del programa semanalmente y 3) Ejecución de mantenimiento diario. (SALAS, 2015).

Tabla 77: Procedimiento de preferencias para labores de mantenimiento

Prioridad		Marco de tiempo en que debe comenzar el trabajo	Tipo de trabajo
Código	Nombre		
1	Emergencia	El trabajo debe comenzar inmediatamente	Trabajo que tiene un efecto inmediato en la seguridad, el ambiente, la calidad o que operará la operación
2	Urgente	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 24 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la seguridad, el ambiente, la calidad o que podrá parar la operación
3	Normal	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 48 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la producción dentro de una semana
4	Programado	Según estás programado	Mantenimiento preventivo y de rutina; todo el trabajo programado
5	Aplazable	El trabajador debe comenzar cuando se cuente con los recursos o en el período de un paro	Trabajo que no tiene un impacto inmediato en la seguridad, la salud, el ambiente o las operaciones de producción.

Fuente: Salas, Andrea 2015

c) Seguimiento:

Se apoya en la información brindada por los índices de control, el cual determina la calidad del mantenimiento ejecutado y así corregir errores.

Se debe tener en cuenta:

- **Documentación de gestiones**, los cuales deben ser entregados semanalmente y deben coincidir con las órdenes de trabajo recibidas, estos informes deben ser claros y concisos.
- **Informes de acciones**, permite determinar los resultados del plan de mantenimiento, lo cual mediante la información que proporcionan los operarios de la maquina se puede ver las incidencias de fallas y con qué frecuencia se dan, para partir de eso poner más enfoque en las máquinas con mayor incidencia de fallas.
- **Valoración en la zona**, Se solicita una evaluación cíclica de las máquinas y equipos de la planta, la cual puede apoyarse en un sistema al azar de cálculos e inspecciones.(SALAS, 2015)

d) Ejecución:

Se encarga de realizar los mantenimientos preventivos o correctivos y consta en programar las labores diarias, suministrar materiales y equipos; de igual forma asegurar la seguridad del trabajo diario para evitar accidentes. Medir y tener registro de datos y por ultimo supervisar y seguir el trabajo diario. (Salas, 2015)

e) Control:

Es el trabajo realizado sobre los resultados ya ejecutados, el cual consta en procesar los datos resultantes, posteriormente examinar las respuestas de la conclusión, de acuerdo a ello fijar brechas entre los objetivos fijados y los resultados, por último determinar problemas de las maquinas del área productiva y corregir errores. (Salas, 2015)

f) Evaluación

Lo más relevante de un programa de mejora consiste en la evaluación del sistema actual. La evaluación consiste en un sistema de auditoria el cual puede sr externo o interno. Después de auditar el sistema, se aplica un análisis para determinar causas y fallos en el área, luego de aplicarlo se debe realizar un diagrama de Ishikawa. Por último, luego de corregir las fallas en el sistema se vuelve a evaluar para poder probar si se ha logrado una mejora significativa. (Salas, 2015)